



CIÊNCIA E LIBERDADE

Escritos sobre ciência e educação no Brasil



J o s é L e i t e L o p e s

EDITORA UFRJ
CBPF/MCT

O nome de José Leite Lopes e o desenvolvimento da Física no Brasil estão profundamente imbricados. Bacharel em Química Industrial pela Escola de Engenharia de Pernambuco, em 1939, sofreu grande influência de seu grande mestre Luiz Freire, cujas aulas lhe transmitiam, segundo seu próprio testemunho, além das teorias físicas, um sentimento de harmonia e de beleza das idéias científicas, do seu encadeamento lógico e de suas ricas implicações.

Leite Lopes dedicou muito de seu entusiasmo e de seu tempo a discutir e lutar para mudar as condições de ensino e a própria universidade em nosso país, uma tarefa da qual nunca abdicou, mesmo nos anos de exílio político. Essa sua dedicação, que o caracteriza como um verdadeiro cientista-humanista, traduz-se de forma muito ampla.

Além da importante obra científica que produziu, foi figura notável na criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, da Universidade de Brasília e do Instituto de Física da

CIÊNCIA E LIBERDADE:
escritos sobre ciência e educação no Brasil

UFRJ

Reitor

José Henrique Vilhena de Paiva

*Coordenador do
Forum de Ciência
e Cultura*

Afonso Carlos Marques dos Santos

EDITORA UFRJ

Diretora

Yvonne Maggie

Editora Executiva

Maria Teresa Kopschitz de Barros

Coordenadora

de Produção

Ana Carreiro

Editora Assistente

Cecília Moreira

Conselho Editorial

Yvonne Maggie (presidente), Afonso Carlos
Marques dos Santos, Ana Cristina Zahar,
Fernando Lobo Carneiro, Peter Fry,
Silviano Santiago

CIÊNCIA E LIBERDADE:
escritos sobre ciência e educação no Brasil

José Leite Lopes

Organização

de

Ildeu de Castro Moreira

EDITORA UFRJ

CBPF/MCT

1998

Copyright © by José Leite Lopes

Ficha Catalográfica elaborada pela Divisão de Processamento Técnico - SIBI/UFRJ

L853e **Lopes, José Leite**

Ciência e liberdade: escritos sobre ciência e educação no Brasil/José Leite Lopes. Organização de Ildeu de Castro Moreira. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; CBFP/MCT, 1998.

288 p.; 13 X 19 cm

1. Ciência – Brasil 2. Educação – Brasil I. Título.

CDD: 500.981

ISBN 85.7108.212.X

Capa

Janise Duarte

Edição de Texto

Josette Babo

Revisão

Ana Paula Paiva

Josette Babo

Projeto Gráfico e

Editoração Eletrônica

Alice Brito

Janise Duarte

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Forum de Ciência e Cultura

Editora UFRJ

Av. Pasteur, 250/sala 107 - Rio de Janeiro

CEP: 22295-900

Tel.: (021) 2951595 r. 124 a 127

Fax: (021) 5423899

E-mail: editora@forum.ufrj.br

Apoio:



Fundação Universitária
José Bonifácio

Foto da capa: Francisco Alcantara Gomes, Elisa Frota Pessoa, Jayme Tiomno, Joaquim da Costa Ribeiro, Luigi Sobrero, Leopoldo Nachbin, José Leite Lopes e Maurício M. Peixoto. Despedida de Sobrero que voltava para a Itália. Faculdade Nacional de Filosofia, na época Escola José de Alencar, 1942.

SUMÁRIO

• Lista de siglas	7
• Leite Lopes e a física no Brasil: um testemunho pessoal	9
• A ciência e a liberdade de José Leite Lopes	15
• Universidade e pesquisa: os nossos problemas	36
• A Universidade de Brasília: caminho para a reforma universitária	45
• Ciência empobrecida e tecnologia de segunda classe	49
• A significação da ciência no mundo contemporâneo: o problema brasileiro	62
• A ciência e os países em desenvolvimento	80
• A universidade na América Latina	87
• A ciência para o homem: o hiato do desenvolvimento	95
• A ciência e o desenvolvimento dependente	106
• Um apelo dos cientistas pelos direitos humanos na América Latina	118

• Ciência e universidade no Terceiro Mundo: a experiência frustrada do Brasil	122
• A ciência e a construção da sociedade na América Latina	144
• Cinquenta e cinco anos de física no Brasil: evocações	185
• Reflexões sobre a universidade	213
• Transferência de conhecimento, transferência de tecnologia e cooperação científica França-Brasil	227
• A pesquisa em física para o desenvolvimento: aspectos culturais e educacionais	242
• O valor da ciência	257
• A ciência e a reforma do Estado	269
• Aperfeiçoar o ensino básico é tarefa de cientistas	273
• A ciência e a intolerância	276
• Universidade e ciência: as ameaças do Governo Federal	281

LISTA DE SIGLAS

AID	– Agency for International Development
ANDES	– Sindicato Nacional dos Docentes das Instituições de Ensino Superior
AsoVAC	– Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia
BNDE	– Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico
CALTECH	– California Institute of Technology
CAPES	– Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBPF	– Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CERN	– European Laboratory for Particle Physics
CIA	– Central Intelligence Agency
CLAM	– Centro Latino-Americano de Matemática
CNEN	– Comissão Nacional de Energia Nuclear
CNPq	– Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRS	– Centre National de la Recherche Scientifique
COSUPI	– Comissão Supervisora dos Institutos
DASP	– Departamento Administrativo do Serviço Público
CLAF	– Centro Latino-Americano de Física
ELAF	– Escola Latino-Americana de Física
FINEP	– Financiadora de Estudos e Projetos
FNFi	– Faculdade Nacional de Filosofia

- FUNTEC – Fundo para a Tecnologia e Ciência
GRESIL – Cooperação Nuclear Grenoble/Brasil
IMPA – Instituto de Matemática Pura e Aplicada
INPA – Instituto de Pesquisas da Amazônia
MARE – Ministério da Administração e da Reforma do Estado
MIT – Massachusetts Institute of Technology
NASA – National Aeronautics and Space Administration
NORDITA – Instituto Nórdico de Física Atômica
ONU – Organização das Nações Unidas
REHSEIS – Grupo de Pesquisas em História e Filosofia das Ciências (CNRS)
SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SLAC – Stanford Linear Accelerator
UDF – Universidade do Distrito Federal
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICAMP – Universidade de Campinas
USP – Universidade de São Paulo

LEITE LOPES E A FÍSICA NO BRASIL: UM TESTEMUNHO PESSOAL*

Cesar M. G. Lattes

Leite Lopes é um exemplo da flutuação estatística no Brasil. A cidade em que nasceu – Recife, no Estado de Pernambuco – é famosa por sua produção de notáveis pintores, escritores, sociólogos e também físicos e matemáticos, que são como flutuações neste país.

Eu o conheci em 1943, quando veio para a Universidade de São Paulo para seu curso de pós-graduação. Juntamente com Sonja Aschauer (que mais tarde trabalhou com P.A.M. Dirac em Cambridge) e Walter Schützer, nós assistimos aos cursos de Gleb Wataghin e Mário Schenberg. Isto ocorreu imediatamente antes de minha ida para Bristol para trabalhar com o grupo que estava desenvolvendo a técnica da emulsão nuclear – C. F. Powell, G. Occhialini –, e Leite Lopes foi para a Universidade de Princeton para trabalhar com W. Pauli e J. M. Jauch.

* Publicado em *Leite Lopes Festschrift*, N. Fleury, S. Joffily, J. A. Martins Simões, A. Troper (orgs.). World Scientific, 1988. Tradução de Fábio Sá Earp.

Em São Paulo, em 1943, Leite Lopes começou a trabalhar com Schenberg na teoria clássica do elétron à qual, alguns anos antes, Dirac tinha dado importante contribuição – com sua definição do campo de radiação como a diferença entre a metade do campo avançado e a metade do campo retardado. Este trabalho foi estendido posteriormente ao caso de partículas com momentos dipolares por Schenberg, W. Schützer e eu próprio. Leite tinha vindo de Recife, onde tinha grandes professores, como Luiz Freire; após graduar-se em engenharia química, fez seu curso de graduação em física no Rio de Janeiro e, depois de trabalhar com Schenberg em São Paulo, foi para Princeton. Já em 1943 falávamos sobre a possibilidade de formar um grupo de pesquisa em física nuclear e de partículas no Rio.

Tornamos a discutir este ponto em 1946 ou em 1947 quando Leite Lopes já havia sido indicado para a cadeira de física teórica na Universidade do Rio de Janeiro e eu voltara de Bristol para expor as emulsões nucleares no Laboratório Chacaltaya, que fica a 5.500 metros de altitude, perto de La Paz, o qual é mais favorável para a investigação de raios cósmicos do que o laboratório situado nos montes Pireneus, na França, a 2.800 metros de altitude, onde foram feitas as primeiras observações sobre píons. Quando mostrei a Leite os primeiros decaimentos π - μ obtidos em Chacaltaya, ele ficou excitado como se este pudesse ser um processo fundamental – uma opinião que foi confirmada depois que encontramos aproximadamente uns 30 destes decaimentos. Leite imediatamente começou a trabalhar sobre estas questões, eu lhe passei os resultados de nossas medidas e ele tentou verificar o esquema Moller/Rosenfeld de mistura de mésons vetoriais e pseudo-escalares. Lembro-me de que, voltando de Chacaltaya, a caminho de Bristol, usei o microscópio de Costa

Ribeiro, na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), para ver a terceira emulsão nuclear com um decaimento π - μ . Eu a mostrei a Guido Beck e a Leite; para mim este era já um processo fundamental.

Durante minha estadia em Bristol, em uma de minhas viagens ao Rio, Leite e eu conversamos com o representante brasileiro na Comissão das Nações Unidas para a Energia Atômica, Álvaro Alberto, para solicitar a concordância da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos para que eu fosse trabalhar no Laboratório de Radiação de Berkeley, onde havia um acelerador para se obter partículas alfa com 380MeV. Isto proporcionava 95MeV para cada nucleon e, se adicionasse energia de Fermi, eu poderia produzir mésons. Leite e eu fizemos testes e concluímos que o processo era viável. Este laboratório era classificado mas Álvaro Alberto obteve, através de Mr. B. Baruch, permissão para que eu fosse trabalhar nele. Leite Lopes encorajou-me a ir para Berkeley para verificar se poderíamos obter mésons através de colisões nucleon-nucleon. A detecção de píons nestas colisões foi obtida pela primeira vez em 21 de fevereiro de 1948, por Eugène Gardner (que estava muito doente e morreu poucos dias depois); só então pudemos ver claramente que píons negativos eram absorvidos por núcleos para produzir estrelas, enquanto os positivos se transformavam em múons. Esta descoberta teve uma repercussão enorme nos Estados Unidos e também no Brasil, onde Leite Lopes escreveu artigos para a imprensa, de forma a explicar seu significado para o público.

Ainda em Berkeley, encontrei Nelson Lins de Barros e começamos a discutir sobre a possibilidade de criarmos um centro de física no Rio. Em dezembro de 1948, estive visitando o Rio e, juntamente com Leite, fomos conversar com João Alberto Lins de Barros, irmão de Nelson. João Alberto era

um político muito influente no Brasil. Ele deu um importante apoio para a criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF).

Em 1949, Leite foi para o Instituto de Estudos Avançados de Princeton, onde nos encontramos com Jayme Tiomno, W. Schützer e H.G. Carvalho, para conversar sobre a física no Brasil.

Quando voltei dos Estados Unidos, João Alberto Lins de Barros obteve alguns recursos para a instalação provisória do Centro; Richard Feynman e Cecile Morette vieram ao Rio, onde fizeram palestras em junho e julho de 1949. Contando com o apoio de Leite, convidamos personalidades e professores universitários para juntarem-se a nós como fiadores do novo laboratório, e fui indicado para a recém-criada cadeira de Física Nuclear da Universidade Federal do Rio de Janeiro, proposta apresentada por Leite Lopes e Costa Ribeiro. Tiomno voltou de Princeton e juntou-se a nós; Guido Beck, que estava na Argentina e tinha visitado o Rio anteriormente, veio para o CBPF em caráter permanente. Tentamos obter recursos da iniciativa privada; um jornalista, Lourenço Borges, auxiliou-nos com a publicidade. Uma contribuição privada nos ajudou a construir uma pequena casa para nosso laboratório no *campus* universitário. O primeiro trabalho científico do CBPF foi realizado por Elisa Frota Pessoa e Neusa Margem. Elas estabeleceram o primeiro limite experimental para o decaimento méson em elétrons. A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) mandou-nos uma missão científica integrada pelos físicos G. Occhialini, Ugo Camerini e Gert Molière e pelo especialista em eletrônica e alto vácuo G. Hepp.

Fomos ajudados por nosso embaixador na UNESCO, Paulo Carneiro, para adquirirmos os bônus da UNESCO

para comprar livros e revistas científicas. Em 1951, foi criado o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq)*, com Álvaro Alberto na presidência, o qual nos forneceu recursos. Foi também realizado um simpósio em técnicas de pesquisa em física, no Rio e em São Paulo, que nos proporcionou a visita de I. I. Rabi, E. P. Wigner, S. de Benedetti, Emilio Segrè, John e Leona Marshall, H. L. Anderson, R. Gans, Manuel Vallarta e muitos outros físicos.

Naquela ocasião, Rabi sugeriu que, como São Paulo já tinha um gerador Van der Graaf, poderíamos instalar um equipamento de alta energia no Rio, como o que existia na época em Chicago, para 400MeV, e a idéia foi apoiada pelo CNPq e seu presidente, Álvaro Alberto. A crise política de 1954 interrompeu, entretanto, este projeto que já estava encaminhado. Tal crise afetou minha saúde de forma a deixar seqüelas ainda hoje.

Em 1960, Leite Lopes tornou-se diretor científico do CBPF – cargo anteriormente ocupado por mim, por Oliveira Castro e por Guido Beck – e propôs à UNESCO a criação de um Centro Latino-Americano de Física (CLAF), com o apoio dos governos da região. O CLAF foi efetivamente criado alguns anos depois e Leite indicou Gabriel Fialho para sua direção.

Em minha opinião, Leite Lopes tem duas qualidades principais: é um excelente professor, que dá belas aulas; e tem um trabalho de pesquisa original, aproveitando sua intuição privilegiada. Creio que sua maior contribuição para a física é seu artigo de 1958, no qual propõe que a constante de

* Posteriormente o Conselho Nacional de Pesquisa passou a chamar-se Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

acoplamento dos bósons vetoriais com a corrente fraca é igual à do acoplamento elétrico. Esta já é uma sugestão de unificação eletrofraca desde que, se o fóton, que é vetorial, interage com a corrente elétrica com a mesma intensidade que os bósons vetoriais com correntes fracas, eles pertencem ambos à mesma família. Mas eu me lembro que ele estava preocupado com o alto valor da massa do bóson vetorial que se obtinha quando $g = e$, porque poderia ser difícil entender um multipletto com uma partícula tão pesada e um fóton de massa nula. De qualquer forma, creio ter sido ele quem primeiro sugeriu a unificação eletrofraca e propôs o bóson vetorial neutro e experimentos para detectá-lo.

Depois que Feynman visitou o Rio, em 1949, trazido por Tiomno, que estava em Princeton, Leite convidou-o para passar seu ano sabático de 1951 no CBPF (onde ele veio várias vezes), quando então puderam trabalhar juntos. Leite sempre estivera interessado em convidar bons físicos para nosso instituto; eis porque organizamos a Escola Latino-Americana de Física no Rio, em 1960.

Muitos estudantes de outros estados brasileiros e de outros países latino-americanos foram atraídos para o CBPF, onde muitos deles trabalharam sob a direção de Leite Lopes.

Leite tem grande capacidade de trabalho, muita imaginação e imensa cultura; adora pintura e poesia, como a de Rilke. Eu prefiro Kafka que, embora não seja um poeta, é mais profundo.

Mas, acima de tudo, ele é um bom amigo. Posso dizer que, ao lado de Gleb Wataghin e Giuseppe Occhialini, Leite Lopes teve uma grande influência em minha carreira científica.

Em seu aniversário, eu lhe desejo um imenso sucesso em suas inúmeras atividades.

A CIÊNCIA E A LIBERDADE DE JOSÉ LEITE LOPES*

— *Uma das mais importantes experiências da física de nossos dias confirmou as previsões teóricas da existência de um bóson intermediário neutro, o Z_0 . A hipótese da existência dessa partícula encontra-se em seus trabalhos de 1958...*

— Eu tinha trabalhado na teoria das forças nucleares descritas por trocas de mésons entre prótons e nêutrons. E vinha estudando, na década de 1950, as propriedades das interações fracas. Depois de um trabalho de Feynman e Gell-Mann, supus que os bósons vetoriais teriam interação, com a mesma intensidade g que a carga e , que é a intensidade das forças eletromagnéticas.

Naquela época conheciam-se apenas interações fracas com mudança de carga elétrica. Quer dizer, um nêutron transformando-se em próton, partícula de carga diferente. A suposição que fiz nesse trabalho foi a de que haveria interações

* Entrevista a Ennio Candotti, publicada em *Ciência Hoje*, v. 4, n. 20, set./out., 1985.

fracas em que não ocorreriam mudanças de carga elétrica. Um elétron pode bater num nêutron, sai o elétron, sai o nêutron; não mudam de carga, mas há uma interação entre eles resultante da troca de um bóson intermediário neutro. Na teoria das forças nucleares existiam o pñon positivo, o negativo e o neutro, e sua interação era tal que havia uma simetria perfeita entre os três e os mésons positivo, negativo e neutro.

Mais tarde, quando surgiu a teoria das interações fracas e foi sugerida a existência de bósons intermediários vetoriais positivo e negativo, imaginei que poderia existir também o neutro. Fui verificar se haveria uma simetria correspondente, uma invariância, e que tipo de interação havia entre as partículas e esse bóson neutro, se era diferente da interação com o bóson carregado. Era diferente. E isso foi confirmado muito depois, e, nesses últimos anos, experimentalmente verificado. A predição do bóson neutro e a idéia de unificação contida na igualdade $g = e$ foram desenvolvidas por Glashow, Weinberg e Salam.

— *Quando nasceu esse seu interesse pela estrutura última da matéria?*

— Já no Colégio Marista, no Recife, a química explicada pelo irmão Pacômio me interessava muito. Pacômio explicava tudo, era um velhinho simpático, formidável. Eu comprava reagentes na farmácia e fazia as experiências em casa. Depois, quando entrei na escola de química, meu professor de física foi Luiz Freire, outra pessoa extraordinária. Tinha uma formação em filosofia muito boa e era um homem de grande cultura. Era um grande conversador, que atraía as pessoas. Influenciou Mário Schenberg, chegou mesmo a conduzi-lo para a física. Era um homem fascinante. Outro

professor foi Oswaldo Gonçalves de Lima. Um dos maiores químicos do Brasil, de todos os tempos. Ele me influenciou um bocado, conversando, na aula, no laboratório. Ele acentuou em mim a curiosidade pela teoria atômica. Mais tarde o Mário Schenberg, em São Paulo, o Pauli, em Princeton, e Feynman, que esteve aqui no CBPF por um ano, 1951. Feynman é um sujeito fabuloso. E também o Oppenheimer que estava em Princeton logo depois da Segunda Guerra, encontrei de novo em 1949, e que também veio ao Brasil, e ainda Hideki Yukawa, o inventor dos pñons, que era meu amigo.

— *E hoje, em que você está trabalhando?*

— Até recentemente conheciam-se quatro partículas com interação eletromagnética fraca. São os léptons, cujo nome já indica serem partículas leves: o elétron e seu neutrino e o múon — cuja massa é 200 vezes a do elétron — e seu neutrino. São leves porque o próton, por exemplo, tem mil e oitocentas e tantas vezes a massa do elétron. E o múon tem carga negativa, mas apresenta as mesmas propriedades eletromagnéticas do elétron, isto é, as mesmas propriedades de interação fraca.

— *O fato de ele ter uma massa que é 200 vezes a do elétron é que é um mistério...*

— Ninguém compreendia por que, e até hoje isto não deixa de ser um mistério. Tive a idéia, lá pela década de 1970, de considerar que os léptons — o elétron e seu neutrino, o múon e seu neutrino — não seriam partículas simples. Da mesma forma que, com o modelo de Gell-Mann, o próton, o nêutron e o lambda passam a ser partículas compostas, formadas de quarks, perguntei a mim mesmo se os léptons não teriam também uma estrutura. Porque, digamos, em 1940, 1950, antes de Gell-Mann, não ocorreria a ninguém que o próton

fosse uma partícula composta. Sabia-se que o próton e o nêutron tinham propriedades anormais, como um momento magnético anormal, e dizia-se que isso se dava porque estavam cercados por uma nuvem de mésons. Mas não se imaginava que tinham uma estrutura de partículas, de subpartículas. Ora, depois se verificou que são formados de quarks.

— *E quais seriam os constituintes dos léptons?*

— A teoria pressupunha que os quarks e os elétrons eram elementos constituintes independentes. Eu pressupus que léptons podiam ser constituídos por quarks e por uma nova partícula, uma espécie de lépton neutro pesado que, associando-se ao par quark – antiquark, segundo esse modelo de 70, daria um lépton. E assim se poderia descrever o elétron e seu neutrino, o múon e seu neutrino. Mas havia uma dificuldade nesse primeiro modelo, e fui obrigado a introduzir dois léptons neutros diferentes. Mais tarde, no fim da década de 1970, descobriu-se, experimentalmente, um novo lépton. Foi na Califórnia, no laboratório do Stanford Linear Accelerator (SLAC), que é o acelerador linear de Stanford. Esse novo lépton, chamado tau (τ), tem uma massa muito grande, maior mesmo que a do nêutron, cerca de 3 mil vezes maior que a do elétron.

— *E como apareceu o tau?*

— Nesse acelerador linear, provoca-se a colisão de elétrons e antielétrons com energia de muitos bilhões de elétrons-volt. Ao colidirem, eles dão lugar a um par de novos léptons que são o tau e o antitau. Esse tau depois se desintegra em múon ou elétron acompanhados dos respectivos neutrinos e de um novo neutrino, o neutrino tauônico. Conhecemos então, atualmente, seis léptons: o elétron, o múon, o tau e seus neutrinos. Se dissermos que a massa do elétron é igual a

um, a do múon é 200 e a do tau é igual a cerca de 3 mil. O fato de terem propriedades eletromagnéticas e fracas, semelhantes, e massas tão diferentes é um mistério. Não se sabe de onde vem esta diferença. E com o aparecimento do tau eles deixam até de ser leves... apenas não têm interação forte. E isso me convenceu mais ainda de que os léptons devem ter uma estrutura interna.

— *Em que direção você orientou suas pesquisas?*

— Em vez de me meter em modelos, quando ainda não há elementos suficientes para nos indicar que tipo de estrutura os léptons poderiam ter, comecei, a partir do final da década de 1970, a estudar com o meu grupo de Estrasburgo os efeitos que poderiam indicar a existência da estrutura interna dos léptons. Assim, se o lépton – elétron, múon ou tau – é formado de subpartículas, a hipótese mais simples é a de que essa subpartícula tenha também *spin* 1/2. O que se inspira diretamente no quark. Se houver um sublépton de *spin* 1/2, um lépton ordinário, como o elétron, seria constituído de três dessas partículas. Porque são necessárias três delas para dar *spin* 1/2. Ora, esses três subléptons, em condições experimentais particulares, poderiam dar lugar a uma partícula com *spin* 3/2.

Nosso grupo começou então a estudar os léptons com *spin* 3/2. E calculamos os efeitos, os processos físicos que pudessem pôr em evidência essas partículas com *spin* 3/2. De 1975 até hoje, produzimos um grande número de trabalhos nos quais calculamos os processos eletromagnéticos, processos de interação fraca em que são postas em jogo essas partículas supostamente existentes. Depois estendemos nosso trabalho e passamos a considerar também o quark como partícula composta, podendo ter *spin* 3/2. Mais tarde apareceram

investigações de outros físicos, eminentes físicos modernos, sobre a composição dos subléptons e “subquarks”, a que deram o nome de préons. Esses trabalhos desenvolveram-se posteriormente aos nossos e independentemente de nossas idéias. Fizemos esses estudos sobre certos efeitos físicos na esperança de que possam vir a ser observados em laboratório, permitindo-nos verificar se obedecem às nossas previsões teóricas. Caso obedecam, poderemos dizer que essas partículas existem.

— *Na mesma época em que você descobria a física, a fissão nuclear era obtida em laboratório. Você foi, portanto, um observador privilegiado da história do pecado original da ciência moderna...*

— A fissão do urânio foi realizada pela primeira vez na Alemanha, em 1939. Esse ano marca o nascimento da energia nuclear. Como era véspera da Guerra Mundial, essas pesquisas chamaram a atenção dos físicos, porque nunca se tinha visto a possibilidade de uma liberação tão fantástica de energia. O trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto Manhattan, nos Estados Unidos, com a participação de eminentes físicos europeus e norte-americanos. E deu lugar à tragédia da bomba atômica, lançada em Hiroshima e depois em Nagasaki. Em 1945 eu estava em Princeton, trabalhando com Pauli, e acompanhei tudo isso. Einstein estava lá nessa época. Jauch também. Mas não estavam trabalhando na bomba atômica.

— *Qual foi a reação quando a bomba foi lançada?*

— Foi uma grande surpresa. O *New York Times* falava da descoberta misteriosa. Logo após defender a tese, assisti, em janeiro de 1946, à primeira reunião da Sociedade Americana de Física, em Nova Iorque. Os físicos norte-americanos discutiram intensamente a questão e propuseram a criação da Comissão de Energia Atômica, a qual deveria

ficar sob controle civil. Durante a guerra, o Projeto Manhattan fora dirigido por um general, o Leslie Groves. E, naturalmente, devia haver militares querendo controlar a energia atômica, porque a bomba atômica é uma arma de guerra. Mas os físicos achavam que os civis é que deveriam ditar a política de energia atômica.

— *E qual foi a reação no Brasil?*

— No Brasil e em todo o mundo houve uma grande repercussão. Nas Nações Unidas – e o Brasil tinha assento lá – foi criada uma Comissão de Energia Atômica. O representante brasileiro foi o almirante Álvaro Alberto, que era professor de química da Escola Naval. Utilizando seu prestígio e o prestígio da energia atômica no mundo, Álvaro Alberto trabalhou junto ao governo do presidente Dutra pela criação de um conselho nacional de pesquisas. Os Estados Unidos tinham um conselho de pesquisa desde 1916, a Itália, desde 1923. Na União Soviética existia a Academia de Ciências, que desempenhava um papel muito importante do ponto de vista do fomento da pesquisa científica, da criação de institutos e do apoio aos pesquisadores. No Brasil não havia uma organização estatal que apoiasse a pesquisa científica.

Enviado o projeto ao Congresso e aprovado, a lei foi sancionada no segundo governo de Vargas, já em 1951. Álvaro Alberto foi o primeiro presidente do Conselho Nacional de Pesquisa. Pela primeira vez, formulou-se uma política científica nacional. Foram concedidas bolsas de estudo para que jovens brasileiros se especializassem em ciências, fossem fazer pesquisas científicas e cursos de doutorado no exterior. O CNPq dava auxílio aos laboratórios científicos do País e às universidades que tivessem esses laboratórios.

— *É dessa época a criação dos institutos?*

— O CNPq criou o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), uma região muito importante do Brasil, desconhecida, e que sempre foi objeto dos interesses internacionais; criou o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), para desenvolver a matemática no país; e o Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, para estimular a documentação científica. Propôs também ao presidente Getúlio Vargas o desenvolvimento de um programa de energia nuclear. A proposta era baseada no seguinte: havia vários anos que o Brasil exportava areia monazítica para os Estados Unidos, e essa areia contém tório, elemento importante no domínio da energia atômica. Em troca, recebíamos trigo. Álvaro Alberto propôs ao governo que o pagamento fosse feito não em dólares ou trigo, mas no que chamou de compensação específica. Quer dizer, os Estados Unidos nos pagariam a areia monazítica com informações sobre energia atômica, seções de choque, parâmetros, e com números que desconhecíamos e eram necessários para o desenvolvimento da energia atômica. Pagariam também com aparelhos, equipamentos para laboratórios de energia atômica.

— *Mas isso era proibido...*

— Proibido por lei. Havia uma grande rivalidade com a União Soviética, que, nos primeiros anos do pós-guerra, ainda não tinha a bomba atômica. E os Estados Unidos queriam guardar o segredo. O que é uma política errada, porque um segredo científico não pode ser guardado por muito tempo. A lei chamava-se Mac-Mahon. Não podia haver pagamento por compensação específica.

Mas Álvaro Alberto não desanimou. Procurou comprar na França e na Alemanha equipamentos que, instalados no

Brasil, permitiriam o desenvolvimento de um programa de energia atômica. Na França, encomendou usinas para a produção de urânio em estado puro; na Alemanha, as primeiras máquinas capazes de enriquecer o urânio, as ultracentrífugas, ainda hoje utilizadas na Europa e nos Estados Unidos. Na época era um processo pioneiro, estava sendo empregado pela primeira vez na Alemanha. Mas esses equipamentos não vieram, porque os Estados Unidos vetaram.

— *E como surgiu a cooperação internacional para o desenvolvimento da energia atômica?*

— Gradativamente os Estados Unidos viram que estavam perdendo o segredo. A União Soviética fez a bomba sozinha, a França desenvolveu a energia nuclear por conta própria, a Inglaterra também, a Holanda cooperava com a Noruega. Aos poucos, os pequenos países avançados estavam descobrindo os chamados segredos atômicos. Os Estados Unidos e a União Soviética concordaram então em promover uma grande conferência internacional na qual os segredos seriam revelados. Milhares de trabalhos foram apresentados, revelando todos os dados necessários à construção de reatores de potência para pesquisa e às aplicações de radioisótopos. Essa conferência marcou época. Havia uma equipe de secretários científicos para coordená-la e conduzir os trabalhos. Eu fui um deles, outro foi o Abdus Salam, que recentemente recebeu o prêmio Nobel. Nessa conferência ficou clara a força política da energia atômica.

Voltei para o Brasil, em 1955, convencido de que o País devia realmente levar à frente um programa de utilização pacífica da energia nuclear, um programa importante do ponto de vista energético e do desenvolvimento científico e tecnológico. Criou-se, então, a Comissão de Energia Atômica, da qual eu era membro.

— *E que iniciativas foram tomadas?*

— Eu tinha sugerido a criação de um laboratório nacional de energia nuclear, mas, na realidade, foi criado um Instituto de Energia Atômica, em São Paulo. Depois foram fundados o Instituto de Pesquisas Radioativas, em Belo Horizonte, e o de Energia Atômica, no Rio de Janeiro, na Universidade Federal, com um pequeno reator. Eu era contrário a isso. Achava e ainda acho que deveria haver um grande laboratório nacional com alguns reatores, para se trabalhar de início com grande concentração de físicos, matemáticos, químicos, biólogos, metalurgistas, enfim, todos os cientistas e técnicos necessários. Assim, poderíamos formar gente. Depois, aos poucos, daríamos nossa pequena contribuição ao Brasil. Mas isso não foi aprovado.

— *E o Álvaro Alberto?*

— Em 1954 houve o suicídio de Vargas. Foi um acontecimento político maior, muito importante. No governo Café Filho, Álvaro Alberto foi demitido do CNPq e a política de energia atômica foi totalmente modificada. A meu ver, a modificação não teve um sentido positivo. Enquanto a política traçada por Álvaro Alberto atendia aos interesses nacionais, a nova política limitava-se à assinatura de acordos com países estrangeiros, principalmente os Estados Unidos, para a importação de reatores e de equipamentos já prontos.

Enquanto isso, a Argentina desenvolvia um programa em linhas similares às aquelas propostas por Álvaro Alberto, procurando fazer com que até os reatores fossem projetados por equipes nacionais.

— *E a Comissão Parlamentar de Inquérito de 1955?*

— A comissão foi instaurada na Câmara dos Deputados. O presidente era o deputado Gabriel Passos, o relator,

o deputado Dagoberto Salles, e um de seus membros mais ativos era o deputado Renato Archer. O primeiro a depor nessa comissão foi Álvaro Alberto, eu fui o segundo. No relatório publicado depois estão expostos os acontecimentos e as mudanças ocorridas no governo Café Filho, por influência do general Juarez Távora. Com essa mudança na política de energia atômica eu me afastei e fui afastado do problema.

— *E o acordo nuclear de 1975?*

— Acho que alguém disse ao presidente Geisel que o Brasil estaria muito atrasado no campo da energia nuclear. Ele fez esse acordo, até hoje muito controverso, muito discutido. Penso que o Brasil perdeu vinte anos de trabalho e desenvolvimento. Os governos passados não entenderam a importância da energia atômica, e, quando se procurou remediar nossa carência, fez-se um acordo enorme com a Alemanha, envolvendo a compra de equipamentos caríssimos e em grande número, em vez de se fazerem as coisas gradativamente, formando gente, tecnólogos, construindo os equipamentos, adaptando e inventando novas tecnologias. Mas nada disso foi feito.

— *E a Universidade do Brasil na década de 1940, como era? Como foi sua entrada na carreira acadêmica?*

— Minha primeira experiência na Universidade do Rio de Janeiro se deu em 1941, quando fui convidado a assumir o cargo de assistente de Luigi Sobrero, um italiano, professor de física teórica e física superior. Embora eu ainda não houvesse terminado o curso de física, isso era possível porque já era formado em química pela Escola de Engenharia de Pernambuco. Mas a nomeação não saiu. O diretor da faculdade, Raul Leitão da Cunha, disse que não havia verbas. Em 1945, quando terminei a tese, em Princeton, fui nomeado

professor catedrático interino de física teórica e física superior na Faculdade de Filosofia, por indicação de Costa Ribeiro e de San Tiago Dantas, que era o diretor na época.

— *Qual era o panorama da física no Brasil em 1946?*

— Havia os trabalhos pioneiros de Bernhard Gross sobre física do estado sólido. Havia o Francisco Mendes de Oliveira Castro, matemático e físico-matemático, que se interessava pelos problemas experimentais e seu tratamento matemático. Na Faculdade de Filosofia, tínhamos o Joaquim da Costa Ribeiro e seus assistentes e o Plínio Sussekund Rocha, homem de grande cultura, sobretudo filosófica, professor de mecânica celeste e mecânica racional. Eu queria desenvolver a física teórica voltada para a física nuclear e a física de partículas. Nesse terreno não havia nada no Rio de Janeiro.

— *E em São Paulo?*

— Lá havia a equipe do Mário Schenberg, que fazia física teórica, e o Marcelo Damy de Souza Santos, que comandava a física experimental. Como na Universidade de São Paulo (USP) existia o regime de tempo integral, eles podiam se dedicar exclusivamente à pesquisa e ao ensino na universidade. Não era o caso no Rio de Janeiro.

— *A batalha do tempo integral durou vinte anos...*

— No Rio de Janeiro, os professores da Escola de Engenharia e da Faculdade de Direito tinham suas atividades fora da faculdade, depois dos cursos. E para cadeiras básicas, como física, matemática, filosofia. Isso, a meu ver, não era possível. Era necessário instituir o regime de tempo integral. Comecei a escrever artigos, a falar em reuniões da congregação. Lembro de ter escrito um artigo sobre o problema da ciência no Rio de Janeiro para o *Jornal de Debates*, dirigido por Mattos Pimenta, jornalista conhecido. Por causa desse artigo entrei

em contato com dois biólogos importantes do Instituto de Manguinhos, o Haity Moussatché e o Herman Lent. E passei a discutir com eles as questões do apoio à ciência.

— *E o Departamento Administrativo do Serviço Público (DASP) já atrapalhava?*

— O DASP era rígido, não permitia o regime de tempo integral. Os professores universitários do Brasil eram funcionários públicos federais e tinham de ganhar o que estava estabelecido, não mais que aquilo. A pesquisa científica não era conhecida nem compreendida, não só pelos funcionários do DASP, mas até pelas autoridades universitárias. Estávamos em 1946, a bomba atômica tinha acabado de cair em Hiroshima e Nagasaki, o prestígio da física nuclear crescera de súbito no mundo inteiro, mas aqueles reitores e diretores — salvo um homem de grande inteligência e sensibilidade como San Tiago Dantas —, em sua maioria, não compreendiam, nem mesmo sabiam se a universidade devia ou não ter professores dedicados exclusivamente ao ensino e, sobretudo, à investigação científica.

— *A Fundação Rockefeller, parece-me, tentou contribuir na época para a superação do impasse...*

— Em torno de 1949, a Fundação Rockefeller passou a apoiar pesquisas desenvolvidas no Rio no campo da biologia e da física, com recursos para a compra de aparelhos científicos e, acredito, mesmo com bolsas. Seu representante veio ao Rio visitar-me várias vezes e estava a par de nossas dificuldades. Chamava-se Miller. Em certa oportunidade, ele apresentou à universidade uma proposta para o estabelecimento do regime de tempo integral que começaria com três professores: um de física, um de biologia e um de filosofia. Os indicados, se não me falha a memória, foram, além de mim mesmo, Carlos

Chagas Filho e Álvaro Vieira Pinto, professor de filosofia da Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi). O regime começaria na seguinte base: no primeiro ano, a Fundação Rockefeller daria um complemento para que esses três professores tivessem um salário que lhes permitisse dedicar-se só à pesquisa, trabalhando em regime integral. No segundo ano, a fundação daria 75% desse complemento, no terceiro, 25%. E assim a participação da fundação iria decrescendo, até que a universidade assumisse inteiramente a remuneração do regime de trabalho em tempo integral. Entretanto, a coisa não funcionou: o dinheiro era entregue à universidade e ela nos pagava com um atraso enorme. O acordo acabou desmoralizado.

— *Havia chances de vencer essa batalha?*

— Seria muito difícil continuar trabalhando na FNFfi sem uma ajuda maior. Comecei então a me corresponder com Cesar Lattes, que tinha sido meu colega em São Paulo — eu tinha estado lá depois de acabar o curso de física, antes de ir para Princeton. Lá, começara a trabalhar com Mário Schenberg e conhecera o Lattes e o Walter Schützler. Havia também uma física muito importante, que tinha sido colega nossa, Sonja Ashauer. Ela era uma física teórica. Quando fui para Princeton, Lattes foi para Bristol e Sonja para Cambridge, trabalhar com Dirac. Ela morreu logo depois que voltou para o Brasil. Infelizmente ela faleceu. De Princeton, comecei a me corresponder com Lattes. Disse para ele que era muito importante que, quando voltasse da Inglaterra, em vez de ir para São Paulo, que já tinha um bom grupo de físicos experimentais, comandado por Marcelo Damy, fosse para o Rio de Janeiro, onde não havia física experimental no setor nuclear.

Essa correspondência deu lugar à criação da cadeira de física nuclear da FNFfi. Em Bristol, Lattes tinha descoberto, com Occhialini e Powell, o méson π na radiação cósmica.

Logo depois, foi para os Estados Unidos, e lá, juntamente com Gardner, produziu o méson π no ciclotron de Berkeley. E ficou famoso por esse trabalho. Isso ajudou nossos planos de trazê-lo para o Rio. Propus, então, ao Costa Ribeiro a criação da cadeira de física nuclear. Ele acolheu a idéia com o maior entusiasmo, a faculdade aprovou, a reitoria encaminhou a proposta ao ministro, este a mandou para o presidente, que a enviou ao Congresso — e foi criada a cadeira de física nuclear. Mas, mesmo criada a cadeira, não havia condições para a montagem de laboratórios, a compra de equipamentos e o regime de trabalho em tempo integral.

— *A criação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas tornava-se uma necessidade...*

— Foi nessa época que o Lattes, antes de voltar definitivamente, pediu a um amigo dele, Néelson Lins de Barros, que também estava nos Estados Unidos, na Califórnia, que visse como estavam as coisas no Rio. Conteí ao Néelson da gravidade da situação e da total falta de apoio das autoridades universitárias. Ele me levou ao seu irmão, o então ministro João Alberto Lins de Barros, político influente que participara da Revolução de 1924 e da Revolução de 1930, depois da qual ocupara vários cargos no governo. Era um homem de grande inteligência e muito dinâmico. Ele me ouviu e disse: se a universidade não faz, vamos criar uma sociedade privada, uma instituição civil que possa fazer. O Rio de Janeiro — o Brasil — não pode deixar de desenvolver a física nuclear e a energia nuclear.

Dai nasceu a idéia do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Lattes veio e o CBPF foi criado em 15 de janeiro de 1949. Aliás, acho que Lattes estava na Califórnia, eu o representei na primeira sessão. No início, João Alberto dava dinheiro do bolso dele. Nós nos instalamos num escritório na

rua Álvaro Alvim, no centro da cidade. Começamos a entrevistar jovens para trabalhar conosco, a comprar livros. O sindicato dos engenheiros nos deu dinheiro para a compra de revistas e a Confederação Nacional das Indústrias, cujo presidente chamava-se Euvaldo Lodi, nos deu uma subvenção mensal de cem contos. Quem conseguiu isso foi o Rômulo de Almeida, que é um economista baiano e um amigo. Finalmente, em 1951, o recém-criado CNPq passou a ajudar diretamente o CBPF.

— *E esse apoio deu estabilidade financeira ao CBPF?*

— Com as sucessivas crises econômicas e a crescente inflação, os recursos postos à disposição do CBPF foram diminuindo. Procuramos então outras saídas. Uma delas na direção da colaboração latino-americana. Em 1959, fui ao México como professor da primeira Escola Latino-Americana de Física, fundada por Moshinsky, do México, por mim mesmo e por J. J. Giambiagi, argentino. A idéia da escola era convidar professores pesquisadores da Europa e dos Estados Unidos para que, juntamente com os latino-americanos, uma área da física fosse tratada a cada ano. A escola se reunia ora no México, ora no Rio, ora em Buenos Aires.

Voltei da reunião do México convencido de que o Brasil devia criar um organismo latino-americano de física. Em Buenos Aires havia o Centro Latino-Americano de Matemática (CLAM), da UNESCO, em cooperação com os governos latino-americanos. Propus então ao Conselho Técnico e Científico do CBPF que promovêssemos a criação de um Centro Latino-Americano de Física, o qual teria sede no próprio CBPF. Foi uma nova batalha que durou anos e envolveu contatos com a UNESCO através do embaixador Paulo Carneiro, o ministro das relações exteriores San Tiago

Dantas e seu vice, o deputado Renato Archer. Mas, finalmente, o CLAF foi criado.

— *E a Universidade de Brasília, não é também desta época?*

— Com a criação de Brasília, era importante que lá, na capital federal, houvesse também uma universidade. E a nossa idéia era que, não havendo outras universidades por ali, partindo-se do zero, podia-se criar uma estrutura nova. Formamos uma equipe. Darcy Ribeiro começou a reunir gente, veio o Haity Moussatché, o Walter Oswaldo Cruz, o Herman Lent, o Maurício Rocha e Silva, o Jayme Tiomno e o Fernando Laboriau, um botânico que está atualmente na Venezuela. Vieram também a Maria Yedda Linhares, do setor de história, e o Celso Furtado. A idéia era organizar uma universidade com institutos fundamentais nos quais haveria pesquisa. De matemática, de química, física, biologia, filosofia, etc. Depois os alunos ingressariam nas escolas tecnológicas de medicina, direito, engenharia, etc., nas quais haveria a preocupação de profissionalizá-los, e, eventualmente, também de fazer pesquisas tecnológicas. Essa era a idéia essencial.

— *E como se imaginava a carreira universitária?*

— Não haveria professor catedrático por concurso. Os professores seriam escolhidos pelo que tivessem realizado, pela competência revelada. E tanto a escolha dos jovens, dos assistentes, como a promoção seriam sempre na base do mérito. Essa era a idéia fundamental. Ela foi realizada, foi construído um grande prédio, apelidado de minhocão, projeto de Oscar Niemeyer. Mas, infelizmente, com o movimento militar de 1964, a Universidade de Brasília terminou, morreu. Até 1965, 1966, havia uma boa equipe. Roberto Salmeron era o decano de ciências, estavam lá também o Gabriel Fialho e o Ricardo Palmeira, que passara muito tempo nos Estados Unidos.

Com o golpe de 1964, eu, que era diretor científico do CBPF, pedi demissão. Meu mandato no CNPq expirou e não foi renovado. Em todas as universidades foram instaladas comissões de inquérito policial-militar. Havia perseguições e um profundo mal-estar. Recebi um convite do Maurice Lévy e fui para Paris, trabalhar na Faculdade de Ciências. Em 1966, alguns professores da Universidade de Brasília foram expulsos, e então mais de cem pediram demissão e se afastaram. A universidade foi destruída por intervenção militar.

— *Em 1967 você voltou...*

— Em 1967, recebi uma petição de estudantes do Rio para que eu voltasse. Foi justamente quando houve a mudança de governo, a Constituição de 1967. O marechal Costa e Silva tinha assumido a presidência e resolvi voltar porque havia uma constituição, um parlamento funcionando. Então reassumi. A minha cadeira na universidade estava intacta e minha posição de pesquisador do CBPF também. Voltei em 1967 e fiquei até 1969. Nesse período, houve uma tentativa de restauração da democracia, mas tudo terminou com a edição do Ato Institucional nº 5, o famoso AI-5. Professores foram afastados compulsoriamente, centenas, e eu fui atingido por esse ato.

— *Quais eram os seus projetos na época?*

— Ao voltar, fui designado diretor do Instituto de Física. A sede da universidade estava sendo mudada para a cidade universitária e a própria estrutura da universidade estava sendo mudada. A Faculdade de Filosofia estava sendo desdobrada em institutos. Imitava-se o que tinha sido feito em Brasília, mas, a meu ver, de maneira muito má. Havia muita gente que não se dedicava à pesquisa, e uma universidade assim não podia ser boa. E faltavam recursos, não havia nem giz. Para que o *campus* da cidade universitária adquirisse

certa dinâmica e prestígio, pensei na instalação de um acelerador de partículas. Uma máquina com energia da ordem de 600 milhões de elétrons-volt, energia intermediária. Ela acabava de ser produzida e não era uma máquina nem muito grande nem pequena. E os aceleradores existentes no país, em São Paulo, estavam obsoletos, após terem permitido muitos bons trabalhos. Para a elaboração do projeto foram obtidos recursos da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o apoio do Instituto de Pesquisa da Marinha, cujo diretor tinha sido meu colega no CNPq, antes de 1964. A coisa estava em pleno desenvolvimento quando, em 1969, veio o AI-5 e fui obrigado a ir embora. Antes de sair, como parte do projeto para a utilização dessa máquina, propus que se convidassem físicos brasileiros que estavam no exterior há algum tempo, como o Fernando e a Susana de Souza Barros, o Jean Meyer e o Salmeron, que estava no European Laboratory for Particles Physics (CERN), e depois fui para Paris.

— *O Fernando e a Susana Souza Barros acabaram vindo...*

— E contribuíram para o desenvolvimento do Instituto, que, de fato, ocorreu, e foi maior mesmo do que se poderia pensar.

— *Em 1969 você foi para Pittsburgh, nos Estados Unidos...*

— Fui, mas não quis ficar nos Estados Unidos. O governo americano havia inspirado e apoiado fortemente o golpe militar brasileiro, e não me senti bem lá. Tinha convites de outros países, entre eles a França, para onde fui em 1970, para Estrasburgo, onde fiquei até agora.

— *Recentemente você foi convidado para integrar uma comissão do Ministério da Educação que deveria repensar o ensino superior no país...*

— Essa comissão não vai, evidentemente, propor uma estrutura muito definida de regimentos, estatutos. O que ela deve propor são certos princípios gerais a serem obedecidos pelo governo como, por exemplo, o princípio da autonomia, o financiamento adequado. Deve-se também rediscutir a estrutura de poder na universidade. A atual estrutura do Conselho Universitário, com todos aqueles professores tradicionais, não funciona.

Mas as coisas não devem vir de cima. Devem sair também de dentro das universidades, do movimento dos estudantes e do universo dos professores. Do Sindicato Nacional dos Docentes das Instituições de Ensino Superior (ANDES), das associações de docentes das várias universidades, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). Acho que, ao fim do trabalho dessa comissão, que durará seis meses, deveria haver um grande encontro nacional para se discutir a nova universidade. E é daí que deveria sair um projeto nacional, com a colaboração de toda a comunidade universitária.

— *E os princípios, estão sendo discutidos?*

— O primeiro princípio, acho eu, é que uma universidade, para ter esse nome, deve ser fonte de conhecimento humano. Quer dizer, deve ter trabalhos de pesquisa, não digo em todos os setores, mas pelo menos nos setores fundamentais. Deve haver criação de pesquisas, desenvolvimento no setor tecnológico, no setor cultural, na filosofia, nas letras, nas artes. Sem o espírito de que se está procurando conhecimento novo, a transmissão de conhecimentos para os alunos, a meu ver, é deficiente, tem-se uma universidade de segunda categoria. Disseram-me que isso é evidente. Acho que não é, porque se fosse não haveria universidade de categoria inferior no mundo.

Vou propor que sejam criados institutos de estudo superior, ou faculdades isoladas, em que não haveria pesquisa

básica e que não teriam o nome de universidade. Seria também importante a criação de institutos superiores de tecnologia.

— *E as diversidades regionais?*

— Não há nenhum motivo para que em todas as regiões do País existam universidades idênticas, com estruturas idênticas e os mesmos institutos e faculdades. Pode haver universidades nos centros mais avançados e, em outros locais, institutos superiores de tecnologia, que variarão de acordo com os interesses da região. No Amazonas, no Amapá, em Mato Grosso e nos estados do Nordeste podem ser criados institutos que desenvolveriam tecnologias específicas: tecnologia do babaçu, do petróleo, etc. Isso tudo está sendo discutido, e é muito importante, nessa fase de transição política para um regime democrático no Brasil, que o problema da universidade seja discutido e repensado. E que se comece de novo, em bases mais sólidas e convenientes.

UNIVERSIDADE E PESQUISA: OS NOSSOS PROBLEMAS*

Creio que já é tradição nesta Casa que um professor catedrático, ao ser empossado em sua cátedra, pronuncie algumas palavras aos seus colegas. Receio, entretanto, que as palavras que vos tenho a dizer hoje não sejam somente de alegria. Hesitei mesmo quando pensei pronunciá-las. Mas o professor universitário que encara com seriedade as suas funções na universidade, e, sobretudo, o que se dedica à investigação científica, não tem o direito de esconder a verdade nem de fugir da análise da realidade dos fatos. E a verdade e a realidade dos fatos nesta Universidade resumem-se essencialmente nisto: os seus problemas vitais não estão resolvidos, não estão atacados e nem devidamente formulados. É mesmo amargo e melancólico quando comparamos a estrutura fundamental e o funcionamento desta com o das universidades dos países europeus e dos Estados Unidos da América. E enquanto nos

comprazemos em realizar verdadeiras batalhas verbais em torno de especulativas, abstratas e quase sempre retóricas concepções de universidade, de apriorísticos espíritos universitários, os problemas e as dificuldades de ordem concreta que se antepõem à boa marcha dos próprios trabalhos universitários são relegados a plano secundário, deixando, em consequência, esses trabalhos num estado de asfixia quase permanente.

Nesta altura da vida dos povos que têm cultura e civilização, universidade é, antes e acima de tudo, um corpo de professores-pesquisadores e de assistentes-pesquisadores, integralmente dedicados às suas funções de ensino e pesquisa na universidade, voltados para elas, por elas absorvidos, vivendo-as em sua vida comum.

O trabalho de investigação científica, a pesquisa literária e filosófica exigem a atenção voltada para os problemas da particular disciplina em que se trabalha, todas as horas do dia, todos os dias do mês, todos os meses do ano. Sem essa equipe de homens devotados a ensinar, criticando fundamentadamente o que outros descobriram, e a ensinar o que eles próprios são levados a descobrir – como um corolário que decorre da necessidade de se criar para se compreender melhor –, não existe universidade. E esta equipe, esse material humano, é que representa o patrimônio número um da universidade. Universidade é, em seguida, a realização das condições necessárias à efetivação dos trabalhos de pesquisa e ensino: equipamento material de laboratórios e bibliotecas, de um lado; concessão de bolsas a estudantes para que estes possam avançar em seus estudos, sem dificuldades alheias à sua inclinação científica, e para que eles possam render serviços amanhã, em um nível superior, ao país que os amparou e que deles necessita vitalmente. Não é propriamente uma universidade aquela cujos professores são obrigados a exercer funções

* Discurso pronunciado em 16 de novembro de 1948, ao tomar posse da cadeira de Física Teórica e Física Superior na Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil.

alheias às suas atividades universitárias, a fim de poderem viver ou sobreviver. Será, no máximo, um conjunto de escolas em que se realizam conferências mais ou menos brilhantes e em que se passam receitas rotineiras.

Naturalmente, compreendemos que nesta fase das nossas instituições universitárias não seja possível uma brusca e total modificação de sua estrutura, no sentido de lhes dar o caráter quase ideal das universidades americanas ou européias. Afinal, tiveram estas uma experiência multissecular para atingir o nível de hoje, enquanto, em nosso país, as universidades como tais, integradas por faculdades de filosofia, ciências e letras, são de recente criação. Lamentável é apenas que não tenhamos tido a sabedoria de aproveitar a experiência substancial, neste domínio, dos países mais avançados. Copiamo-lhes a forma e os nomes, revestimo-los até de maior imponência e sabor auditivo...

Deixamos de lado a base substancial para o trabalho efetivo, para a produção científica segura. Isto não deve, entretanto, constituir motivo de desânimo nem de destruidor pessimismo. Se não tivemos universidades corretamente projetadas e construídas – refiro-me à estrutura intelectual – é porque, certamente, não tivemos elementos suficientes para assim construí-las. O que devemos agora, inadiavelmente, é reunir homens e elementos para que, trabalhando na universidade, possamos encaminhá-la à posição que lhe compete.

É claro que colocar os professores e assistentes da universidade, bruscamente, em regime de tempo integral, é certamente irrealizável, pois esses professores tiveram de adaptar e estruturar a sua vida de acordo com a norma vigente, que considera a função de professor universitário como apenas uma de tantas outras atividades simultâneas. Seria absurdo, senão revoltante, porém, impedir que os mais jovens que

queiram iniciar a sua carreira de professor universitário, integralmente dedicados à pesquisa e ao ensino na universidade, o façam por falta de meios previstos para este fim. A tarefa fundamental que me parece competir atualmente às autoridades universitárias brasileiras – e, sobretudo, às da universidade considerada padrão – é, certamente, esta de preparar e iniciar o período de transição progressiva, de passagem do sistema atual ao sistema dos professores e assistentes exclusivamente dedicados aos trabalhos de pesquisa e ensino na universidade.

Uma regulamentação adequada, destinada inicialmente às cadeiras científicas de caráter fundamental, deverá ser elaborada e posta realmente em vigor. Uma experiência neste sentido já foi iniciada no Brasil, há vários anos, pela Universidade de São Paulo, e o êxito por ela alcançado é conhecido por todos os que se dedicam à ciência em nosso país e no exterior. Graças a este êxito, o sistema de dedicação exclusiva tem-se ampliado cada vez mais naquela Universidade: os departamentos científicos da Faculdade de Filosofia e a própria Faculdade de Medicina têm, em São Paulo, um corpo de professores e assistentes, em sua quase totalidade, em regime *full-time*. Não se compreende por que motivo uma tão importante medida não deveria ser iniciada e progressivamente realizada na Universidade do Brasil. Se é pequeno o número de professores que desejam este sistema de trabalho – indispensável, repetimos, à contínua e eficiente produção científica – tanto mais fácil será a execução da medida. E esta, por sua vez, assegurará aos departamentos científicos desta Faculdade maior colaboração de universidades e instituições estrangeiras, como a Fundação Rockefeller, famosa pelo auxílio substancial que tem prestado aos institutos científicos do mundo inteiro.

Não é, em absoluto, exagerada esta ênfase sobre a necessidade de amparo e fomento à investigação científica no Brasil. O progresso de um país repousa certamente num equilíbrio sadio entre o espírito científico e o cultivo das letras e das artes. Este equilíbrio não existe em nosso país. Se temos uma tradição cultural, esta é certamente a das letras. E se nos sentimos justamente orgulhosos dos nossos escritores e dos nossos poetas, e achamos com razão que não saberíamos viver sem tão valioso patrimônio cultural, por outro lado não devemos nos esquecer de que, sem ciência e sem técnica, no mundo em que vivemos, seremos incapazes de resolver os nossos próprios problemas nacionais. Estamos longe, muito longe do perigo do chamado cientificismo ou tecnicismo, como creio que já começamos a nos libertar do chamado bacharelismo. Possuímos belos poemas brasileiros, mas as nossas máquinas são importadas, as nossas técnicas são trazidas e traduzidas do estrangeiros, não temos um desenvolvimento científico e técnico capaz de suportar e impelir um desenvolvimento industrial à altura das nossas necessidades e dos nossos anseios.

A criação de técnicas novas exige um ambiente científico fundamental, apto a fornecer uma variedade de idéias novas. Este é um aspecto da ciência, da maior importância para qualquer país, que só os ignorantes ou os de má-fé poderiam negar. Mas a ciência é também, e antes de tudo, uma das mais nobres atividades do espírito humano. Possui um conteúdo lógico inigualável e uma harmonia estética comparável à das mais belas criações artísticas. Conduz a uma formação moral das mais sólidas, pois o homem de ciência não pode subordinar um teorema matemático ou uma lei física aos seus interesses pessoais. É sob este aspecto lógico, estético e moral que a ciência deve ser cultivada e fomentada nas universidades.

Nestas, o trabalho de investigação científica possui não somente o sentido de contribuição ao progresso do conhecimento humano, mas é nas universidades que está assegurada, pela sua própria natureza, a continuidade desses mesmos trabalhos, através da formação de novas equipes de pesquisadores e de professores de alta competência. É por esta dupla função de centro de pesquisa e de centro formador — e somente por ela — que as universidades são chamadas a intervir, de maneira positiva e decisiva, no progresso de uma nação. É claro que esta intervenção, pelos motivos já mencionados, é mínima, quase inexistente, no Brasil. Mas, então, se achamos que o progresso do nosso país deve ser assegurado a todo custo e se concordamos que a universidade — como centro de ensino e pesquisa em florescimento — é um importante elemento para esse progresso, que temos de fazer senão dar à universidade condições necessárias e suficientes ao seu florescimento?

Tivemos, no passado, grandes vultos científicos, sobretudo no domínio da medicina experimental. Tivemos também, embora em muito menor número, pioneiros da matemática: Joaquim Gomes de Souza, Otto de Alencar, Amoroso Costa e Teodoro Ramos. Em Gomes de Souza, no século passado, em Otto de Alencar, no início deste século, encontramos também os primeiros trabalhos de física matemática no Brasil. São esses trabalhos muito pouco conhecidos, assim como os seus autores, e seria de todo desejável que o Ministério da Educação ou a própria universidade reunisse e editasse estes trabalhos em um volume, como importante contribuição à história da inteligência científica brasileira. Em meio a condições tão desfavoráveis, estes primeiros representantes do nosso pensamento científico exato demonstraram de maneira incisiva e direta que somos capazes,

os nativos desta terra, de fazer ciência, de pensar e criar idéias científicas.

Mas foi só recentemente, a partir de 1934, com a criação da Faculdade de Ciências da Universidade de São Paulo, que as investigações na física teórica e na física experimental iniciaram um desenvolvimento contínuo e promissor. Teve aquela universidade a sabedoria de convidar e de continuar convidando notáveis mestres estrangeiros para colaborar na organização e nas atividades posteriores dos seus departamentos científicos. Gleb Wataghin foi o grande e entusiasta organizador da física no Brasil. E hoje, os trabalhos de Souza Santos, Mário Schenberg, Paulus Pompéia e colaboradores, no domínio da radiação cósmica e da física atômica; os trabalhos de Costa Ribeiro, Bernhard Gross e Oliveira Castro, na física dos dielétricos, asseguram ao Brasil uma posição de destaque nos meios científicos mundiais. Deste clima de trabalho, de amor à ciência, continuam a sair jovens pesquisadores e todos vós sabeis da importância e da repercussão mundial das pesquisas recentes de Cesar Lattes. E, ao seu lado, dois outros jovens cientistas, Leopoldo Nachbin e Jayme Tiomno, realizam atualmente, nos Estados Unidos, importantes trabalhos em matemática e física.

Devemos, entretanto, não perder de vista que ainda não possuímos um desenvolvimento científico à altura das nossas possibilidades e necessidades. Os centros científicos do País – e entre eles esta faculdade – trabalham ainda, em geral, em condições deficientes e só será sábia e sadia a política que ampará-los por todos os meios. A nossa preocupação deve estar antes voltada para a formação de jovens pesquisadores, para o aproveitamento dos nossos valores humanos. Sem estes, de nada adiantarão instalações luxuosas ou prédios bonitos, porque permanecerão mudos e envelhecerão antes do tempo.

Humanismo científico e técnica científica, como qualquer atividade intelectual, dependem antes de tudo de homens de ciência.

Estou consciente das responsabilidades que me cabem ao assumir, hoje, em caráter permanente, as funções de professor de Física Teórica nesta Casa. Desde que as assumi interinamente, há três anos, tenho dedicado o melhor dos meus esforços aos trabalhos de pesquisa e de ensino do Departamento de Física desta faculdade. É uma das nossas maiores preocupações, no departamento, dar uma formação científica fundamental aos nossos estudantes, tão completa quanto possível. Sentimos, entretanto, uma necessidade imperiosa de colaboração de jovens assistentes, de pesquisadores e técnicos para completarem os quadros do nosso departamento, e, em particular, da minha cadeira. Fazemos, a este respeito, um apelo às autoridades universitárias, ao Magnífico Reitor, para que o problema do aproveitamento dos nossos valores novos na própria universidade seja resolvido com a prioridade que lhe cabe. Não sou eu, não somos nós pessoalmente que pedimos. É a nossa produção científica, a nossa vontade firme e resoluta de elevar o nome científico desta Instituição.

É neste sentido que continuarei, como antes, trabalhando. Para esta tarefa, tenho o apoio moral, o conforto e a inspiração dos meus mestres do Recife: Luiz Freire, Newton Maia e Oswaldo Gonçalves de Lima; dos meus mestres e atuais colegas desta Casa; do meu predecessor nesta cátedra, Luigi Sobrero; dos meus colegas de São Paulo; da formação científica e de amor ao trabalho ininterrupto que recebi na Universidade de Princeton; do meu sábio mestre Wolfgang Pauli. Para esta tarefa, tenho, sobretudo, o apoio e a aprovação dos meus jovens colaboradores, os meus alunos.

Não hesitarei nem contemporeizarei no trabalho pela física e pela ciência no Brasil.

Estou certo de que somos capazes, nesta universidade, de analisar de frente os seus problemas, de resolvê-los e de elevar o seu nome. Não encontraremos, certamente, caminhos fáceis nesta direção. Nem estaremos em busca de recompensas pessoais. O poeta Rainer Maria Rilke já nos avisou: "quase tudo o que é sério é difícil e tudo é sério". "Um trabalho de arte é bom se ele nasce de uma necessidade interior."

E a necessidade é melhor se com ela estamos servindo ao nosso país.

A UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA: CAMINHO PARA A REFORMA UNIVERSITÁRIA*

As atuais universidades brasileiras têm graves defeitos de estrutura. A verdade é que essas universidades foram estabelecidas há algum tempo como um conjunto de escolas que já existiam antes e que se transformaram em universidades pela simples reunião e decretação no papel. As escolas e faculdades continuaram independentes, autônomas, sem intercâmbio, sem uma vida comum, de maneira que a universidade, com uma tal estrutura, não tem podido exercer uma influência ponderável na vida cultural e científica do País. Sobretudo, o que é mais grave, os estudantes que se formam na universidade e os que querem se dedicar à pesquisa científica, a trabalhos literários, filosóficos, e que vão se especializar no estrangeiro, com bolsas de estudos, encontram, em geral, ao regressarem, as portas das universidades fechadas. Não porque as universidades estejam saturadas, pois elas

* Entrevista concedida ao jornal *O Metropolitano*, por ocasião do Simpósio da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, sobre o projeto da Universidade de Brasília, 1959.

necessitam, acima de tudo, de material humano novo, mas porque a estrutura atual lhes veda o acesso, tornando o aproveitamento desses valores praticamente impossível, para a própria renovação da universidade.

Além disso, o sistema tradicional de escolha do professor catedrático por um concurso de provas – como um vestibular para uma só vaga – não permite a formação de equipes homogêneas de professores-pesquisadores nas faculdades e departamentos, pois não se sabe quando as cadeiras ficam vagas, quem vai concorrer ao concurso e, em geral, muitos especialistas de valor se recusam a submeter-se às normas vigentes do concurso no Brasil. Nos países mais avançados, em geral, os departamentos ou institutos científicos das universidades formam seus corpos docentes mediante a escolha dos melhores homens mediante avaliação de suas folhas corridas de trabalho contínuo dedicado à sua ciência, de investigações publicadas em revistas de reputação universal – onde eles estiverem, sem necessidade de concurso algum. Não sendo isto possível na estrutura atual, surgem os defeitos que atualmente até as autoridades universitárias reconhecem de público. Mas o importante não é continuarmos a criticar os defeitos, mas encontrarmos uma saída, uma solução para tais problemas.

Se não é possível uma reforma radical da universidade pela própria universidade, então a solução será construir um exemplo novo e, nesse sentido, Brasília se apresenta como uma oportunidade única. Construa-se ali uma universidade nos moldes mais modernos, mais eficientes, mais adaptados à época de revolução científica que estamos vivendo hoje; e que as demais universidades, pelo exemplo do que se fizer em Brasília, procurem ver que não haverá outra saída senão modificarem sua estrutura atual.

Na realidade, uma das coisas mais importantes, e que não se pode deixar de levar em conta, é que estamos vivendo uma época em que a ciência tem uma importância fundamental na vida de todos os povos: importância tanto cultural quanto econômica ou militar. Notícias de descobertas científicas sucedem-se nos jornais. É necessário, pois, que as autoridades universitárias compreendam a importância básica da ciência dentro da universidade, pois o Brasil é um país que está se transformando rapidamente, e aquelas que não se adaptarem a essa transformação rápida ficarão para trás, serão postas de lado pelo processo histórico.

Também importantes serão a atenção, o interesse e a preocupação fundamental dos nossos estudantes em colaborar com os cientistas, sobretudo para tornar possível a modificação, a atualização das universidades. É necessário ter-se em conta que nos Estados Unidos, país geralmente citado como exemplo de progresso, se processa um importante trabalho de reformulação dos métodos universitários. Ora, estando os norte-americanos a modificar seus métodos de ensino nas universidades e nos colégios, é natural que nós, que temos maior obrigação de nos reformarmos, tomemos conhecimento de tais trabalhos e trabalhemos no mesmo sentido.

Falta de instalações, prédios inadequados, insuficiência crônica de equipamento científico, cursos desatualizados, estudantes insatisfeitos, greves, são algumas das dificuldades que enfrentam as universidades brasileiras. Uma cidade universitária, no Rio de Janeiro, foi planejada há mais de vinte anos, com edifícios monumentais. Espera-se, então, reformar a estrutura da universidade quando a cidade universitária estiver acabada, mas deixa-se para acabá-la quando se reformar a universidade.

A solução seria, obviamente, juntar os homens de boa vontade e realizar uma reforma, como os tempos atuais estão a exigir no mundo inteiro. A esperança é que a Universidade de Brasília dê um exemplo, com sua estrutura diferente, com institutos básicos, de modo que não haja duplicação de laboratórios em escolas independentes. Na Universidade de Brasília, esperamos que haja corpos de professores-pesquisadores homogêneos, pessoas escolhidas pela sua capacidade científica, reunidas para realizar um trabalho de equipe, pesquisando sempre ao mesmo tempo que dão aulas. Não se concebem professores que não realizem pesquisas. É impossível ensinar bem sem ter-se a experiência de como são adquiridos novos conhecimentos.

Espero, pois, que a Universidade de Brasília seja uma universidade realmente nova, nos moldes em que essa estrutura foi elaborada por um grupo de pesquisadores e educadores e discutida na Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. E espero também que as autoridades competentes realizem aquilo que os homens de ciência estão sugerindo. Se promulgarem uma lei que dê à Universidade de Brasília a estrutura tradicional, ou se esta Universidade, mesmo com uma nova estrutura, for entregue a pessoas não competentes, aumentarão apenas a insatisfação e a agitação no País, nos meios científicos, nos meios universitários e entre os estudantes.

É indispensável que se realize esta oportunidade, que não é uma oportunidade aberta a todos os países. Que a nova capital do País não seja somente um lugar para os burocratas, que seja também um centro cultural e científico, do qual se irradiem novas concepções e novos métodos para o resto do País, inclusive fornecendo um exemplo a outros países de nível equivalente ao nosso.

CIÊNCIA EMPOBRECIDA E TECNOLOGIA DE SEGUNDA CLASSE*

Aqui estamos reunidos, pela décima terceira vez, desde que os homens de ciência do Brasil decidiram fundar esta sociedade para, espontaneamente, se encontrarem cada ano, com o objetivo de discutir os problemas que absorvem a vida científica de cada um, rever o progresso de cada setor, debater questões de interesse para o desenvolvimento da comunidade científica e do País.

Aqui estão matemáticos e sociólogos, físicos e biólogos, químicos, geólogos e engenheiros. Esta sociedade não antepõe barreiras a quem nela deseja ingressar. Mas às suas reuniões, aos seus debates, às suas publicações só comparecem os que tiverem resultados significativos a comunicar. Dos trabalhos e investigações dos especialistas aqui reunidos e dos nossos colegas do País e do exterior, resulta a imagem científica do universo, tal como o compreendemos hoje. Pois o homem

* Discurso de abertura da XIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Poços de Caldas, julho de 1961.

de ciência, cujas descobertas são transformadas tão aceleradamente, hoje, em resultados práticos e proveitosos, é antes de tudo o homem que interroga, o curioso que deseja saber de que e como são feitas todas as coisas, que provoca a natureza para obter suas respostas. Esta imagem do universo, cujas modificações traduziram a marcha do pensamento religioso e do pensamento filosófico através dos séculos, é hoje uma imagem científica. Além do avanço realizado nos mais variados setores da ciência, vamos encontrar na física a busca dos primeiros princípios, a explicação da estrutura hiperfina da matéria, os misteriosos corpúsculos de que são feitos os seres e as coisas. Encontramos, lá, as forças elementares responsáveis pelas interações entre essas partículas, pelo seu nascimento e por sua morte, por sua transmutação em outros corpúsculos. Aos gregos devemos tanto. Devemos os átomos, simples e indivisíveis, os invisíveis átomos cujos números, configurações e movimentos formariam o nosso mundo. O grande Isaac Newton, que formulou a primeira imagem científica do sistema celeste, e, descobrindo o cálculo infinitesimal, nos legou o mais poderoso instrumento de interpretação matemática da natureza, traduziu assim a sua imagem da estrutura atômica da matéria:

A mim, parece provável que Deus, no começo, formou a Matéria de partículas sólidas, maciças, duras, impenetráveis, móveis, de tais formas e dimensões e com tais outras propriedades e em tal proporção ao Espaço, como é mais conveniente para o fim que Ele as formou; (...) nenhuma força sendo capaz de dividir o que Deus, Ele próprio, fez uno na primeira Criação.

O século que estamos vivendo é justamente o da desintegração nuclear, o das extraordinárias descobertas no

domínio da física das altas energias e das partículas elementares. O velho átomo foi quebrado e descobriu-se que ele é formado pela reunião de outras partículas, prótons e nêutrons, no núcleo atômico, e de elétrons.

Com a evolução rápida e acelerada das técnicas experimentais da ciência – descobriram-se novas partículas subatômicas: os híperons lamba, sigma, csi, os mésons K e K', os mésons pi e mi, além dos neutrinos e dos fótons – essas imponderáveis partículas da matéria e da luz.

Tal variedade de corpúsculos denominados elementares – estas partículas fundamentais – traz naturalmente consigo inúmeras perguntas e mistérios que tentamos resolver e responder hoje, seja nos laboratórios, seja formulando conceitos e esquemas matemáticos.

A imagem científica que hoje possuímos da estrutura da matéria é extraordinariamente mais rica do que a dos gregos. Muitos de nós, entretanto, gostariam ainda de saber, dentre tantas partículas subatômicas, se haverá duas ou três partículas, ou classes de partículas, que sejam realmente fundamentais, as demais sendo estruturas compostas das primeiras.

Mas é também possível que o ideal grego de partículas fundamentais da matéria, esgotado que foi na teoria atômica, deva ser substituído por outra concepção mais profunda e mais fértil no estado atual do nosso conhecimento e que eu não saberia predizer.

De qualquer modo, eis aí as partículas que conhecemos hoje, as que devem obedecer aos primeiros princípios, aquelas cujas interações e encadeamento genético formam a base do que vemos.

Eis aí as partículas que não ousarei dizer como Newton: “sólidas, maciças, duras, impenetráveis, mas que talvez sejam

de tais formas e dimensões e com tais outras propriedades e em tal proporção ao Espaço...”.

Gostaria tanto de falar-vos ainda de outras questões – antes para o meu prazer pessoal. Invocando a sabedoria dos deuses, gostaria tanto de dissertar sobre todos os outros aspectos da imagem científica do universo. Eis uma ambição que me escapa – cada um de nós conhece o especializado setor em que trabalha e investiga, conhece menos os setores afins, conhece mal ou desconhece o que se passa nas demais disciplinas científicas. O que nos salva é que é sempre possível obter uma integração dos principais resultados mais amplos de cada setor, e formar, para cada um de nós, a reprodução pessoal do quadro científico do universo.

Nesta reunião, trazem-se elementos, contribuições originais para a ciência, para a explicação dos seres e das coisas.

Mas esta Sociedade não discute apenas as descobertas científicas. Os homens de ciência do Brasil que a integram não são homens de marfim, não vivem em laboratórios de marfim.

Aqui as mais palpitantes questões técnicas e científicas de profundo interesse social têm sido debatidas nas reuniões anuais e em reuniões extraordinariamente convocadas. Os cientistas que integram esta Sociedade e trabalham em seus laboratórios procuram, muitas vezes, com extraordinário desgaste de energia, manter um alto nível de produção puramente científica, mas também sentem – por sentirem na própria carne – as necessidades e dificuldades do País.

Mas nem sempre os caminhos aqui apontados – como dizia o velho geômetra, o imortal – são do agrado dos reis.

Mencionarei algumas dessas reuniões extraordinárias: em 1954, sobre o desenvolvimento da física nuclear no Brasil; em 1956, sobre a utilização pacífica da energia atômica no Brasil; ainda em 1956, sobre o regime de tempo integral nas universidades e institutos de pesquisas; em 1953, sobre a universidade e o desenvolvimento econômico; em 1958, sobre o programa de energia atômica brasileiro; em 1959, sobre a ciência, a tecnologia e o papel da Comissão Supervisora dos Institutos (COSUPI); em 1960, sobre a estrutura da projetada Universidade de Brasília.

Dentre as recomendações aprovadas na reunião de 1956 sobre a utilização da energia atômica no Brasil, lembrarei a de nº 4, que dizia: “é urgente a ampliação, discussão e aperfeiçoamento dos programas atômicos já iniciados, incluindo a prospecção e industrialização dos minérios, a produção de materiais nucleares e a instalação de reatores de pesquisa e de potência”; a de nº 5: “é essencial a elaboração de um programa visando à preparação intensiva de físicos, químicos, geólogos, engenheiros nucleares, eletrônicos, matemáticos e outros especialistas nos setores indispensáveis ao desenvolvimento da energia atômica, além de orçamentos adequados e um planejamento que inclua a ampla participação dos cientistas e autoridades universitárias representativas”; a de nº 6 que pregava: “a formação de especialistas a serem utilizados no programa atômico exige um desenvolvimento maior da pesquisa pura em nosso país”; e a de nº 8: “recomenda-se a ampla divulgação dos trabalhos, programas e atividades relativas ao programa atômico brasileiro”.

No ano de 1957, no documento em que esta Sociedade convocava a IX reunião, para exame do tema “Universidade e desenvolvimento econômico”, dizia-se o seguinte:

O poder de compulsão das invenções e descobertas que vão se acumulando e suas potencialidades para aplicação social, tanto benéficas quanto nocivas, vêm reclamando a atenção dos pesquisadores científicos para três ordens de problemas, diante dos quais se sentem no dever de pronunciar-se:

1 - a contribuição social que estamos capacitados a dar na procura de soluções para os problemas humanos, os do nosso povo e os da nossa época;

2 - a vigilância permanente que cumpre exercer sobre a utilização prática das descobertas científicas;

3 - os pré-requisitos mínimos para que a atividade científica se possa desenvolver de modo a não apenas refletir, mas a estimular e promover o progresso social.

Dizia-se mais adiante:

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência é, por isso, levada a convocar, o mais prontamente possível, uma reunião especial para examinar, dentro desta perspectiva, os obstáculos que presentemente se opõem ao desenvolvimento da ciência no Brasil e que contribuem para o atraso, a pobreza e a insegurança de nosso povo.

Ciência e tecnologia são, hoje, matéria-prima do desenvolvimento econômico e social, mas seu domínio apresenta exigências que precisam ser atendidas se não quisermos correr o risco de comprometer nossas mais legítimas expectativas de progresso.

E quais eram essas exigências proclamadas em 1957 por esta Sociedade?

1 - assegurar às universidades e instituições de ensino superior os recursos e as condições necessárias para a formação de pessoal qualificado, em número suficiente para as diversas modalidades de pesquisas científicas e tecnológicas, requeridas pelo desenvolvimento econômico do País;

2 - estabelecer programas nacionais de desenvolvimento de cada setor de atividade científica e tecnológica, de modo a indicar aqueles campos que estão a exigir maior incentivo e garantir o crescimento homogêneo de todos eles;

3 - incentivar a criação de institutos de pesquisa junto aos órgãos de ensino superior para assegurar aos estudantes as oportunidades de treinamento indispensáveis à formação de pesquisadores e vincular o ensino superior e a pesquisa científica ao contexto regional em que se assentam;

4 - estabelecer canais mais francos de comunicações entre as atividades científicas e as atividades econômicas, industriais, agrícolas, pastoris e extrativas, de modo a enriquecer a temática das pesquisas científicas, a vinculá-las melhor aos problemas brasileiros e, igualmente, a assegurar ao trabalho dos cientistas contribuições concretas que estão em condições de prestar.

Estas têm sido algumas das nossas preocupações. Aqui temos estado atentos à ação governamental, através do CNPq e da Campanha Nacional para o Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES)*, apoiando-lhes os bons programas e as boas iniciativas, chamando seus representantes ao debate e ao esclarecimento.

Devem as novas gerações de cientistas conhecer, portanto, este acervo de luta, de discussão permanente.

As nossas mais legítimas expectativas de progresso exigem uma permanente vigilância, um diálogo que só poderá enriquecer a nossa cultura — são incompatíveis com a indiferença e o comodismo pessoal.

* Posteriormente a CAPES passou a chamar-se Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Atravessamos justamente uma fase em que esta vigilância é mais do que nunca exigida desta Sociedade.

Ao lado do desenvolvimento econômico que o País atravessa, os erros e os crônicos defeitos de estrutura do nosso sistema de ensino e, em particular, das universidades — há muito tempo denunciados por vozes isoladas — começam a ameaçar esse desenvolvimento, somando-se às inquietações resultantes de erros e crônicos defeitos de certos sistemas sociais arcaicos ainda vigentes em determinadas regiões do País.

O defeito estrutural das nossas universidades reflete-se na dificuldade de acesso por parte de elementos novos ao corpo docente, o qual se apresenta, em geral, fechado e resistente à renovação e à flexibilidade próprias às modernas instituições científicas do mundo. O ensino, em tais condições, não pode oferecer o rendimento exigido pelos tempos atuais; e a compreensão do fenômeno pelos jovens estudantes conduz a um estado de espírito em que dificilmente se poderá manter a autoridade na estrutura atual.

De tais defeitos, os cientistas são os que mais sofrem. Pois a ciência exige cuidados especiais, laboratórios equipados, grupos de pesquisadores em substituição ao arcaico conceito do cientista isolado. A ciência dá frutos, enriquece a tecnologia, as indústrias e os homens de empresa, mas exige para o pesquisador o ambiente próprio à meditação e ao trabalho, exige compreensão. As despesas com a ciência são certamente desprezíveis diante dos grandes lucros que ela proporciona. Já se calculou, por acaso, o que Faraday gastou em seus laboratórios na Inglaterra e se comparou este montante com os lucros que já teve e continua a ter a indústria elétrica em todo o mundo?

A reforma da universidade — e do ensino médio — impõe-se de tal modo a substituir-lhe a mentalidade antiquada,

fechada e temerosa, pelo espírito científico, inquiridor, aberto, renovador, que caracteriza a época que vivemos. Olhai as grandes universidades dos países avançados, será difícil adotar-lhes a estrutura com as indispensáveis modificações impostas pelo País? O que é difícil, o que é realmente impossível, é a improvisação de homens competentes. Há que buscá-los onde estiverem, sobretudo os que estão em nosso país, e colocá-los nas posições que os reclamam.

Uma coisa, entretanto, é fundamental em qualquer reforma: será que se deve confiar aos marechais que perderam uma guerra os planos estratégicos do futuro?

A esta Sociedade compete também denunciar os falsos reformadores, os oportunistas, os promotores da ascensão pessoal, os que pretendem negar o valor da ciência para o Brasil, os que pretendem desenvolver a tecnologia atacando a ciência básica e os cientistas brasileiros, e assim contribuindo para o retardamento da Pátria.

O Brasil necessita verdadeiramente de tecnólogos, de escolas e institutos que ensinem e promovam a pesquisa tecnológica. Esta Sociedade e os homens de ciência, separadamente, vêm pregando esta necessidade. Mas seria absurda e criminosa para este — e qualquer outro país — a pregação da tecnologia em oposição à ciência. Ambas se complementam. Mas o lugar da ciência básica só poderá ser negado por homens ignorantes ou de má-fé.

Abro o relatório apresentado ao Presidente dos Estados Unidos, no ano passado, pela Fundação Nacional de Ciência daquele país. Ali está escrita esta advertência de valor universal:

Não somente a segurança da Nação mas o seu bem-estar econômico, a excelência de sua vida científica e a qualidade da educação superior americana estão agora

fatalmente ligados ao cuidado com que o Governo apóie a pesquisa. Se este apoio for hesitante e errático, se der ênfase a mecanismos e utensílios com desprezo da compreensão fundamental, se esbanjar dinheiro em alguns domínios populares e deixar outros, importantes, à morte, se deixar de encorajar homens excepcionais e programas excepcionais, o resultado líquido poderá ser uma ciência empobrecida e uma tecnologia de segunda classe.

É precisamente uma tecnologia de segunda classe a que está pregando o presidente da COSUPI, órgão do Ministério da Educação, "candidamente envolvido na transparente indumentária da salvação pública, mas na realidade", segundo o órgão oficial desta Sociedade, de março do corrente ano,

instrumento poderoso nas mãos de um único indivíduo, dotado daquelas qualidades necessárias para utilizar a linguagem demagógica de aventureiros, com a qual consegue convencer aqueles homens desinteressados do Governo para a mobilização de bilhões de cruzeiros, no mais insensato e descabido plano de construir institutos científicos, com uma simples penada, e publicação compulsória no *Diário Oficial da União*.

E de uma só vez cria 14 institutos, sem plano, sem assessoria técnica, sem critério, mas com muito, muito dinheiro. Isso numa época em que o CNPq morria à míngua de recursos financeiros; e a CAPES se vê ameaçada de sumária eliminação do rol das instituições de amparo à ciência.

Um homem só, em quatro anos, gasta 2 bilhões e 815 mil cruzeiros em programas ditos de desenvolvimento de institutos, desprezando a opinião dos cientistas brasileiros, atacando-os como o fez, ao mesmo tempo que diz estas afir-

mações espantosas: "O Brasil não é pobre por falta da chamada ciência pura. Essa existe por aí, em larga escala (!), publicada em livros, em compêndios e em revistas de todo o tipo".

É este homem dos bilhões que afirma:

Não se compreende que a maioria dos recursos que a Nação emprega em pesquisas seja desviada para investigações que apenas interessam à fome de saber de seus autores e constituem, quase sempre, a duplicação de pesquisas que estão sendo levadas a efeito em países mais ricos, em laboratórios e em organizações que dispõem de recursos com os quais não podemos sequer sonhar em nosso atual estágio de desenvolvimento econômico.

O que tudo isso torna evidente é que não existiu — como não existe ainda — uma política científica nacional, adotada pelo Governo Federal e que, entrosando os diversos organismos de estímulo à pesquisa científica e tecnológica e à educação científica universitária, seja capaz de assegurar o desenvolvimento harmonioso que desejamos.

O atual Governo da República já tomou iniciativas do maior interesse para o desenvolvimento da pesquisa científica e da cultura deste país: prestigiou o CNPq reforçando-lhe a dotação para o corrente ano; pediu desse órgão a elaboração de um programa quinquenal, capaz de prever as necessidades e o desenvolvimento das pesquisas científicas nos próximos cinco anos; criou o Conselho Nacional de Cultura; determinou os estudos necessários à reforma da atual estrutura universitária; designou um cientista, membro dos mais ilustres desta Sociedade, para a Assessoria Técnica da Presidência da República.

Ousamos, entretanto, sugerir a necessidade de outras medidas paralelas, para que não se percam, nem se entrem em escalões inferiores da administração, tais iniciativas. O caso da COSUPI, que gasta bilhões, constitui flagrante tumulto ao programa do CNPq e da CAPES.

O artigo publicado no *Jornal do Commercio* do Rio de Janeiro, de 12/3/61, pelo atual vice-presidente do Conselho Nacional de Pesquisas, o Dr. Antônio Moreira Couceiro, traduz fielmente o pensamento de muitos de seus colegas desta Sociedade.

A reforma da universidade, em estudo, creio eu, pelo Conselho Nacional de Cultura, deveria também receber sugestões dos nossos cientistas, sobretudo no que se refere aos modernos métodos de formação científica, bem como à estrutura. Essa reforma deverá entrosar-se com uma reforma correspondente do ensino médio e primário, visando, de um lado, adaptar o primeiro à nova fase de desenvolvimento do País e, de outro, reduzir drasticamente o índice de analfabetismo no País.

Tantos são os problemas e tantos serão os debates nesta reunião que, estou certo, conduzirão a úteis sugestões às autoridades superiores da República.

Mas aqui nos reunimos primordialmente para impulsionar a ciência e não devemos exagerar a nossa preocupação por algumas pessoas que, ofuscadas pelos espetaculares inventos tecnológicos de países avançados, se esquecem dos trabalhos de laboratório e meditação que deram lugar a tais descobertas. Essas pessoas passarão por anti-históricas. Permanecerá inapagável a contribuição à humanidade de ho-

mens como vós, que trabalham movidos por uma necessidade interior.

Juntamente com os escritores, os poetas, os pintores, os criadores da música, constituem os homens de ciência a mais preciosa riqueza de uma nação. Condenado seria o governo que, de um país, desprezasse os sábios, os santos e os heróis.

O Brasil, entretanto, cresce e nos estimula ao trabalho. Tenho a honra de declarar abertos os trabalhos da XIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

A SIGNIFICAÇÃO DA CIÊNCIA NO MUNDO CONTEMPORÂNEO: O PROBLEMA BRASILEIRO*

A ciência tem sido chamada a desempenhar um papel decisivo na vida de vários povos quando estes, em vários momentos da história, estiveram sob a ameaça de desafios e catástrofes.

O êxito da intervenção da ciência em cada caso depende de dois princípios fundamentais, óbvios:

1 - a ciência floresceu no País ao ponto de existirem homens capazes de contribuir para a solução de problemas graves de emergência;

2 - as autoridades responsáveis tiveram a sabedoria de convocar os cientistas e dar-lhes meios para a realização da tarefa.

Nos países atualmente avançados, onde nasceu o conhecimento científico, o sentimento da importância da

ciência cresceu gradualmente com o progresso material e intelectual. A contribuição da mecânica, da física, da química para a Revolução Industrial e o desenvolvimento das ciências biológicas e da medicina experimental para o combate às doenças foram parte desse progresso. A invenção e as aplicações empíricas das técnicas amalgamaram-se com as investigações científicas e, ao lado das especulações e da cultura literária e artística, deram corpo e caracterizaram as civilizações modernas, ao mesmo tempo que alicerçaram sua estrutura econômica e seu desenvolvimento material.

O conhecimento da fauna e da flora, a exploração das riquezas minerais – a saber transformá-las e utilizá-las – aparecem como processos básicos do desenvolvimento histórico das civilizações mais avançadas, que se ergueram, assim, lentamente, à custa da investigação científica e da engenhosidade tecnológica. A civilização que conhecemos no século XX – à diferença das grandes civilizações antigas – construiu sua vitalidade intelectual e seu poder material graças à eclosão da ciência, à atitude científica que historicamente desabrochou no século XVII,¹ se desenvolveu, lentamente a princípio, afirmando-se na Revolução Industrial e influenciando, hoje, o destino e o intercâmbio econômico e político dos povos.

Em verdade, foi só recentemente que os homens de governo, os capitães de indústria, os economistas dos países mais avançados passaram conscientemente a dar-se conta do papel da ciência no progresso, na expansão e pujança material desses países. A Primeira e, sobretudo, a Segunda Guerra Mundial demonstraram às Forças Armadas de tais países, dos Estados Unidos como da União Soviética, dos países da Europa Ocidental e do Japão, que a ciência, o processo da descoberta e das invenções científicas, até as mais abstratas, são vitais para a defesa e a própria sobrevivência nacional.

* Trabalho solicitado pelo Sr. Ministro da Educação e Cultura, dezembro de 1962.

Mas estas sociedades possuíam o conhecimento científico permeado em seu processo histórico. Possuíam uma tradição cultural que constantemente o alimentava, que florescia nas universidades² e que se refletia nos escalões inferiores do sistema educacional, cujas portas se alargaram sob a pressão das necessidades e da agressividade do progresso. O crescimento populacional, a ambição e a luta pelo aperfeiçoamento das condições de vida encarregaram-se de utilizar o conhecimento científico, retirando-o dos laboratórios e das academias, para o processo humano – demonstrando a sua significação social.

Durante e logo após a Primeira Guerra Mundial, criaram-se os primeiros órgãos governamentais para promover e estimular a pesquisa científica – nos Estados Unidos e no Canadá, em 1916, o Conselho Nacional de Pesquisa (National Research Council); na Inglaterra, ainda em 1916, o Departamento de Pesquisas Científicas e Industriais; na Itália, em 1923, o Consiglio Nazionale delle Ricerche. Na União Soviética, nos primeiros anos após a revolução, transformou-se a Academia de Ciências em órgão governamental de planificação e realização de pesquisas, abrangendo e criando uma vasta rede de institutos científicos.

A ciência passou, assim, a ser institucionalizada, tomou forma como objeto sociológico, a ser considerado pelos governos, pelos industriais, pelos economistas e planejadores como força para a produção e para o desenvolvimento material e como base da defesa militar. Na Inglaterra, criou-se, em 1959, o cargo de Ministro da Ciência, subordinado diretamente ao Primeiro Ministro.

Enquanto o processo histórico do desenvolvimento da ciência e da tecnologia tinha lugar em tais países, ele deixava de ocorrer no que hoje chamamos povos subdesenvolvidos.

Muitos destes, como o Egito, a Índia, a Pérsia, tinham, entretanto, construído civilizações no passado. Não tendo ocorrido, nesses povos, por vários fatores, os processos da procura do saber científico, o desenvolvimento das técnicas e o seu reflexo na educação e na industrialização, faltou-lhes a alavanca fundamental para realizarem o progresso nos termos que caracterizam as civilizações modernas.

Uma vez estabelecida a desigualdade, exerceram-se as formas econômicas e políticas no sentido de acentuá-la.

De posse dos métodos da investigação científica – que sugerem a inexistência de limitações ao progresso –, aplicaram-se as forças econômicas a impelir o desenvolvimento material dos povos assim equipados, recorrendo a todos os elementos necessários a esse desenvolvimento, inclusive a dominação econômica e política dos povos atrasados.

Surgiu, assim, a ciência – e o seu produto para o desenvolvimento industrial, a tecnologia –, como um poderoso fator básico da prosperidade dos povos que hoje chamamos desenvolvidos e, em consequência, a sua ausência, como um igualmente poderoso fator de atraso de – e, até, de opressão sobre – povos despreparados.

A falta da ciência, da educação científica e técnica e a ausência dos métodos de procura do saber científico constituíram-se, assim, sociologicamente, em impedimento, por parte dos povos subdesenvolvidos, para atingirem o progresso econômico e cultural, no grau e nos moldes em que os outros povos o atingiram. E, como os homens de ciência, as universidades, os institutos científicos e os meios de produção estão ligados à estrutura social, política e econômica dos países a que pertencem, os frutos de suas atividades reverterem, naturalmente, para o maior desenvolvimento desses países.

Incapazes de aplicar os resultados universais da pesquisa científica – despreparados por não a exercerem –, ficam os povos subdesenvolvidos praticamente à mercê dos primeiros, enquanto neles não se produzem forças que lhes imponham a estrutura adequada ao rápido desenvolvimento.

O crescimento da ciência no Brasil é um exemplo do esforço empregado por um pequeno número de pesquisadores – dotados da qualidade universal de procurar o saber novo –, mas incompreendido dos líderes nacionais.

Da necessidade de médicos surgiram, no século passado, as primeiras escolas de medicina. As calamidades públicas impuseram a criação pelo governo dos primeiros institutos de pesquisa no Brasil, separados das escolas superiores. A peste reinante em Santos deu lugar, em 1899, ao Instituto Butantã de São Paulo. A peste no Rio de Janeiro (“O Rio de Janeiro como é. Uma vez e nunca mais”) produziu, em 1900, o Instituto Soroterápico Municipal, transformado depois no atual Instituto Oswaldo Cruz. Da praga que ameaçava a economia de São Paulo – a broca do café – resultou o Instituto Biológico de São Paulo.³

Mesmo neste setor, capaz de ferir a sensibilidade dos homens de governo e dos políticos nacionais, o desenvolvimento científico processou-se lentamente. Debeladas as calamidades públicas, continuaram a surgir homens de grande calibre científico no Brasil, mas a ciência não se apresentava aos homens do poder como um fator positivo de transformações e de progresso em épocas normais, como uma necessidade social básica para o bem-estar do povo e o desenvolvimento nacional do país. Como a educação – mais ainda que ela –, a atividade científica era iniciativa de poucos e para poucos. Assim expressou-se, em 1905, o biologista João Baptista de Lacerda, diretor do Museu Nacional na época:

Em geral, no Brasil, os homens que se dedicam ao estudo e à ciência constituem uma espécie de *nobre proletariado* (o grifo é nosso) vivendo de minguados vencimentos, que mal chegam para um passadio modesto.

Um ou outro, por exceção, desprezando as frívolas grandezas do mundo e sentindo os inefáveis prazeres que nele despertam as pesquisas da ciência, conforma-se com esta situação e aceita-a sem constrangimento.⁴

Com um sistema educacional aberto apenas a uma ínfima fração da população – como verificamos ainda hoje – e com escolas superiores e universidades, tardiamente fundadas, mal estruturadas e sem a dinâmica da procura do conhecimento, destinadas a conferir diplomas aos filhos das famílias privilegiadas – sem o estalo agressivo da inventividade e da manipulação e descoberta das técnicas – permanecia ausente do Brasil a atitude científica sociologicamente significativa. A fauna e a flora do País eram pesquisadas por alguns cientistas estrangeiros, atraídos pelo trópico desconhecido, e deles resultaram os poucos discípulos e os cientistas nacionais que continuaram o trabalho, em número socialmente desprezível.

A matemática, a física, a química, sem terem calamidades públicas a debelar, ficaram reduzidas a cursos nas escolas profissionais superiores – na Academia Real Militar, de 1810, na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, em que se transformou em 1874, na Escola de Minas de Ouro Preto, de 1875, e na Escola Politécnica de São Paulo, fundada em 1896. E os poucos pesquisadores nesse domínio,⁵ que surgiram até algumas décadas atrás, não tiveram meios nem ambiente para estimular uma tecnologia local capaz de estudar problemas que pudessem interessar ao desenvolvimento nacional.

Foi somente depois de 1930 que surgiram as faculdades de filosofia, ciências e letras, significativamente as de São Paulo e do Rio de Janeiro; a partir de então as escolas de química se multiplicaram, nos últimos anos; e as escolas de engenharia, criadas, entretanto, de cima para baixo, sem — até hoje — o lastro da educação técnica popular.

Em todas as sociedades dotadas de um certo nível cultural surgem cientistas e homens de saber. Mas a significação sociológica da ciência e da tecnologia depende de um número crítico de cientistas e técnicos que se deve reproduzir, crescer e afetar, por seus trabalhos, o desenvolvimento do país.

O baixo nível tecnológico do Brasil está documentado no recenseamento de 1950, segundo o qual apenas 1,15% dos trabalhadores na indústria tinham educação técnica.⁶ Segundo o mesmo recenseamento, era de 25.532 o número de engenheiros no país, correspondente a um índice de cerca de um engenheiro por 2 mil habitantes, número que inclui diplomados que não exercem a profissão ou que têm funções administrativas. Para termo de comparação, em 1957, nos Estados Unidos, o número de engenheiros e cientistas trabalhando na indústria era de 738 mil (cerca de dois terços do número total de engenheiros e cientistas), sendo 528 mil engenheiros, 152 mil cientistas e 58 mil administradores de atividades de ciência e engenharia. Desses engenheiros e cientistas, cerca de um terço, isto é, 176 mil engenheiros e 50.600 cientistas se dedicavam, na indústria, em 1957, a trabalhos de pesquisa e desenvolvimento.⁷

Nos Estados Unidos, as universidades, assim como as fundações que estimulam a pesquisa científica, foram, em geral, iniciativas privadas de corporações, indústrias e homens de fortuna, impelidos pela lei do imposto de renda que isenta de taxaão as doações para a educação, a ciência e as artes.

O Conselho Nacional de Pesquisas dos Estados Unidos, fundado em 1916 e associado à Academia Nacional de Ciências de Washington, não teve, provavelmente, o papel de estímulo às pesquisas que tiveram as fundações naquele país ou os órgãos de mesmo nome de outros países.

Foi durante a Segunda Guerra Mundial que as atividades científicas e as espetaculares aplicações militares e econômicas da ciência tomaram tamanha importância que vários órgãos foram criados ou reestruturados, com a finalidade de orientar e coordenar a ação do Governo Federal no campo científico.

Durante a Segunda Guerra, a Divisão de Desenvolvimento e Pesquisa Científica (Office of Scientific Research and Development) canalizava "enormes somas de dinheiro para as universidades, para os salários, equipamentos e instalações de seus cientistas, a fim de que estes pudessem, de modo mais rápido e eficiente, realizar pesquisas de valor potencial aos esforços militares" dos Estados Unidos. "Alteraram-se, assim, profundamente, as relações do Governo Federal com as universidades oficiais e particulares" daquele país.⁸ Funções análogas passaram a ter outros órgãos oficiais — os Institutos Nacionais de Saúde (National Institutes of Health), a Divisão de Pesquisas da Marinha (Office of Naval Research), a Divisão de Pesquisas Científicas da Força Aérea (Air Force Office of Scientific Research), a Divisão de Pesquisas do Exército, entre outras.

Em 1950, após cinco anos de debates e inquéritos, criou-se a Fundação Nacional da Ciência (National Science Foundation) como órgão autônomo, mas pertencente aos departamentos executivos do Governo Federal e subordinado ao Presidente dos Estados Unidos. Essa Fundação compõe-se de uma Junta Nacional de Ciência (National Science Board)

e de um diretor nomeado pelo Presidente da República, por proposta do Senado. Os 24 membros da Junta são também nomeados pelo Presidente, com a aprovação do Senado e do diretor da mesma, e, dentre personalidades eminentes em suas especialidades, são escolhidos unicamente os que tiverem trabalhos e serviços realizados no seu campo científico. A Junta reúne-se uma vez por ano e elege seis de seus membros para que estes formem, com o diretor, o Comitê Executivo. São as seguintes as principais finalidades da Fundação Nacional da Ciência: 1) desenvolver, estimular e coordenar as pesquisas básicas e o ensino científico; 2) iniciar e apoiar a pesquisa básica nas ciências matemáticas, físicas, biológicas, médicas e na tecnologia; 3) a pedido do secretário de Estado, iniciar trabalhos especiais de pesquisa, relacionados com a defesa nacional; 4) formar pesquisadores científicos; 5) avaliar os programas de investigação científica iniciados pelos departamentos (Ministérios) governamentais e coordenar os programas da Fundação com os formulados por grupos de pesquisadores do Governo e de instituições particulares; 6) fomentar o intercâmbio de informações científicas entre os homens de ciência dos Estados Unidos e os de outros países; 7) manter um registro do pessoal científico e técnico de toda a nação.

O Presidente dos Estados Unidos possui um Assistente Especial para Ciência e Tecnologia (Special Assistant to the President for Science and Technology).

Para coordenar as atividades científicas que afetam mais de um ministério ou órgão federal, foi criado, em 1959, o Conselho Federal de Ciência e Tecnologia, presidido pelo Assistente Especial do Presidente da República para a Ciência e Tecnologia, e constituído de um representante de cada um dos seguintes departamentos (Ministérios): da Agricultura,

do Comércio, da Defesa, da Saúde, da Educação e do Bem-Estar, do Interior, e da Fundação Nacional da Ciência, da Comissão de Energia Atômica e da Administração Nacional de Aeronáutica e do Espaço. Esse Conselho Federal recomenda ao Presidente as medidas necessárias ao planejamento e à administração mais eficiente dos programas científicos e tecnológicos do Governo Federal.

Tal é a superestrutura que comanda a alavanca científica do complexo econômico, político e militar dos Estados Unidos – alavanca que já começa a transformá-lo no que foi recentemente caracterizado como uma pós-civilização.⁹

O poderio científico e tecnológico da União Soviética revelou-se ao grande público, de forma espetacular, com as realizações, a partir de 1957, no domínio espacial. Estas realizações, entretanto, constituem um caso particular de um extraordinário desenvolvimento no setor da pesquisa científica, que ocorreu durante os últimos quarenta anos. Em virtude da estrutura política que ali se construiu, esse desenvolvimento foi consequência exclusiva das diretrizes e da ação do Governo.

Assim escreve K. Galkin: “Desde os primeiros dias de sua existência, a jovem República dos Soviets se propôs aproveitar, em todos os sentidos, dos adiantamentos da ciência, da técnica e da cultura, para o bem do povo”.¹⁰

E o próprio fundador dessa República escrevia: “Sem a orientação dos especialistas, é impossível a transição ao socialismo”. E ainda: “Temos de aprender toda a ciência e a técnica, todos os conhecimentos e a arte”.¹¹

Já nos primeiros anos após a revolução de 1917, apesar das dificuldades pelas quais passava o país, duplicou-se o número de estabelecimentos e de estudantes universitários. E para atender à necessidade vital de formar, com rapidez,

especialistas em grande número, criaram-se faculdades operárias, destinadas a preparar trabalhadores para o ingresso nos centros de ensino superior.

Assim pronunciou-se a primeira delegação de professores de países do Ocidente que visitou a União Soviética, em 1925:

A mais importante novidade na vida da escola superior é que vemos o operário como estudante nos centros de ensino superior. O proletariado conquistou a escola superior e toma parte ativa no desenvolvimento do trabalho de investigação científica.¹²

E, em 1954, verificava-se que, em cada milhão de habitantes, diplomavam-se 286 engenheiros na URSS, 136 nos Estados Unidos, 86 na Alemanha Ocidental, 82 na Suíça, 70 na França e 57 na Inglaterra. Em 1959, avaliava-se em 30 mil o número de engenheiros diplomados nos Estados Unidos e em 94 mil o número correspondente na União Soviética.¹³ No relatório de 1960 da Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos, afirma-se que esse número na URSS é três vezes o número nos Estados Unidos.¹⁴

As pesquisas científicas são realizadas nas universidades e em institutos dependentes da Academia de Ciências da URSS, fundada em 1724 por Pedro, o Grande, e reestruturada, após 1918, como o órgão impulsionador e planejador da ciência. Criaram-se ainda as academias de ciências das repúblicas federadas, bem como academias especializadas em certos setores científicos. Em 1957, a Academia de Ciências da URSS possuía uma rede de 2.756 institutos científicos com um corpo de cerca de 240 mil cientistas.¹⁵

O nível científico atingido em tão pouco tempo pela União Soviética começou a ser objeto de estudo, sobretudo a

partir de 1958, pelos outros países avançados, e contribuiu para induzir, nos Estados Unidos, uma ação mais direta e positiva por parte do Governo Federal nesse domínio.

Assim começa o relatório da Fundação Nacional de Ciência dos Estados Unidos, no ano de 1959:

Um sentimento de crise apoderou-se dos Estados Unidos em consequência do lançamento do primeiro satélite artificial pela URSS, em outubro de 1957. No ano seguinte, muitas pessoas, em todos os níveis do Governo e da vida particular, procuraram modos de aceitar o desafio que – sentiam elas – havia sido lançado com tanta força ao país.¹⁶

E no relatório do ano de 1960 da mesma Fundação escrevia-se:

Como podem os Estados Unidos segurar a sua ciência contra o empobrecimento, evitar que a sua tecnologia se torne de segunda classe durante a segunda metade de um século caracterizado por uma revolução científica e tecnológica? Este Décimo Relatório Anual da Fundação Nacional da Ciência proporciona uma oportunidade para reverem-se os programas da Fundação no sentido da promoção da pesquisa básica e da educação nas ciências, no contexto mais largo da resposta do Governo Federal a esse desafio. Os três fatores que devem ser considerados são os seguintes: 1) progresso da pesquisa científica; 2) desenvolvimento do cientista; 3) saúde e crescimento das instituições (o ambiente) nas quais a ciência é ensinada e a pesquisa é realizada.¹⁷

Após a Segunda Guerra Mundial, com a instalação no Brasil das indústrias de base, surgiu um primeiro impulso, que se tornou tema de interesse público, para a maior industrialização e o desenvolvimento econômico do País.

No ano de 1951, a lei nº 1.310 criou o Conselho Nacional de Pesquisas do Brasil, como órgão do Governo Federal, subordinado diretamente ao Presidente da República e destinado a estimular a investigação científica e tecnológica e a controlar todas as atividades referentes ao aproveitamento da energia atômica. Esta lei foi consequência, em última análise, dos ecos, neste país, da bomba atômica – uma nova calamidade que produziu, como já o fizera a Primeira Guerra com outros países em 1916, a criação pelo Governo de tão importante organismo para as pesquisas científicas. No mesmo ano, criou-se, subordinada também ao Presidente da República, a Campanha Nacional para o Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior, destinada a conceder bolsas de estudo no País e no exterior.

A ação desses dois órgãos foi positiva. O CNPq contribuiu para reanimar e estimular vários institutos de pesquisa nos setores da matemática, da física, da química e das ciências biológicas e geológicas iniciando, no país, os estudos e pesquisas relativas à energia atômica. Em 1956, criou-se a Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Paralelamente, fundaram-se novas escolas superiores e universidades. As medidas do Governo e da iniciativa privada para o desenvolvimento econômico não encontraram, entretanto, reflexo nas universidades. Deixando praticamente de lado o problema básico de receber o maior número possível de estudantes, de armar-se com cientistas, equipamentos e adequadas condições de trabalho para promover a pesquisa, de um lado, e formar técnicos em número cada vez maior, de outro lado, as administrações das universidades têm se voltado para a construção de prédios suntuosos, das chamadas cidades universitárias.

É impressionante a estatística sobre a formação dos tecnólogos no Brasil; em 1960, diplomaram-se, entre outros, 9 engenheiros de minas, 5 engenheiros “civis e de minas”, 21 engenheiros “civis, de minas e metalurgia”, 33 geólogos, 25 engenheiros eletrônicos e 11 engenheiros navais.¹⁸

Com um sistema educacional fechado na base, nos níveis primário e secundário, formou-se um engarrafamento na produção de técnicos de nível médio e de engenheiros, médicos e cientistas no nível superior, o qual impede o desenvolvimento autônomo do país. Chegou-se, atualmente, a um estágio de transplantação de filiais de indústrias estrangeiras no país, que dá uma aparência de progresso. Mas essas indústrias limitam-se a realizar os projetos e plantas enviadas pelas matrizes e, assim, não estimulam a inventividade nacional. As indústrias no Brasil não possuem – ao que sabemos – laboratórios de pesquisa científica e tecnológica, não contribuem com as universidades e institutos científicos, e poucas são as que possuem laboratórios de controle de rotina dos produtos.

O verdadeiro desenvolvimento, entretanto, repousa também no aperfeiçoamento e na invenção de produtos manufaturados, no florescimento, paralelo ao crescimento industrial, de uma tecnologia nacional que se baseia, em última análise, em laboratórios de pesquisa e em cientistas que buscam conhecimentos novos.

Ao governo tem faltado a iniciativa de enfrentar com resolução o problema educacional e de dinamizar a sua ação no setor da ciência e da tecnologia.

Assim expressou-se o Ministro da Educação em 1962:

A verdade que envergonha a todos os educadores brasileiros e deve envergonhar a todos os brasileiros, é que

temos fracassado até agora, da forma mais completa, no cumprimento de um dever mínimo que todas as outras nações cumpriram, antes de alcançar o estado de desenvolvimento em que nos encontramos. É o fracasso no cumprimento dos deveres elementares do Estado em matéria de educação.¹⁹

No setor científico, numa época em que os grandes países dinamizavam os seus esforços e multiplicavam os seus investimentos, o governo brasileiro permitiu um alarmante declínio por parte da ação do CNPq. Somente nos primeiros anos após a sua criação, despachava o presidente deste órgão com o Presidente da República e com ele traçava as primeiras diretrizes de uma política científica nacional. Como consequência do desinteresse do próprio Governo Federal por esse órgão, declinaram as suas dotações orçamentárias, passando sua parcela de recursos de 0,3% para 0,1% do orçamento da União, de 1956 a 1961. No ano de 1956, mantinha o CNPq 86 bolsistas em aperfeiçoamento no exterior. Em 1961, o número desceu para trinta bolsistas.²⁰

Encontramo-nos, assim, perante um desafio: a distância que nos separa, em 1962, dos países avançados é muito maior do que há vinte anos atrás.

Em 1900, diante da ameaça das epidemias, compreendeu-se a necessidade de agir. Em 1962, a ameaça é igualmente grave: a da permanência da nação em um estado crônico de subdesenvolvimento; a da incapacidade de aproveitar os seus recursos naturais e as suas fontes de energia em benefício de seu povo; a de um progresso aparente; a de um desenvolvimento menor. Estamos diante da ameaça da epidemia da fome, da ignorância de muitos e da cultura importada para poucos.

A solução dos problemas fundamentais do Brasil, na hora que vivemos, depende de muitos fatores, de muitas medidas, de muito esforço. Não depende somente da ciência e da tecnologia. Mas depende também da ciência e da tecnologia desenvolvidas em nosso país, como depende da educação técnica e científica em escala maior.

Estamos perplexos diante da revelação nova de problemas antigos – do despreparo educacional, tecnológico e científico do nosso povo para, verdadeiramente, integrar o mundo contemporâneo.

Estou certo de que os homens de ciência do Brasil esperam ser convocados para enfrentar o desafio e dar uma contribuição socialmente significativa para essa integração.

Notas

¹ “Quase tudo o que distingue o mundo moderno dos séculos anteriores pode ser atribuído à ciência, que realizou seus mais espetaculares triunfos no século XVII. O Renascimento italiano, embora não medieval, não é moderno; é mais aparentado à melhor época da Grécia. O século XVI, absorto na teologia, é mais medieval do que o mundo de Maquiavel. O mundo moderno, no que se refere às perspectivas mentais, começa no século XVII. Nenhum italiano do Renascimento teria sido incompreensível a Platão ou Aristóteles; Lutero teria horrorizado a Tomás de Aquino, mas não teria sido difícil a este compreendê-lo. Com o século XVII é diferente; Platão e Aristóteles, Tomás de Aquino e Occam não poderiam ter compreendido Newton”. RUSSEL, Bertrand, *A history of western philosophy*. New York: Simon and Schuster, s/d, p. 525.

² “Não se sabe qual teria sido a evolução da ciência moderna, se o Estado moderno não tivesse criado no Ocidente –

impulsionado por motivos impregnados de interesses práticos, como forma de vida da ciência, para o provimento das cátedras nas universidades por ele fomentadas —, um processo fundado no prêmio público do esforço e do progresso sistemático, em lugar de um processo fundado nos azares do personalismo”. “Newton e Galileu foram professores de universidade, o último até quando o Grão Duque de Toscana o chamou para o seu lado. James Watt, que foi quem determinou a primeira aliança da mecânica com a vida prática, motivando uma transformação nesta, foi também professor universitário”. WEBER, A. *Historia de la Cultura*. México: Fondo de Cultura Económica, s/d, p. 376.

³ MARTINS, T. A biologia no Brasil. In: AZEVEDO, F. *As ciências no Brasil*, v. II. São Paulo: Melhoramentos, 1956. Reedição: Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994.

⁴ MARTINS, T., *loc. cit.*

⁵ Artigos de CASTRO, F. M. O., MORAIS, A., COSTA RIBEIRO, J. In: AZEVEDO, F. *As ciências no Brasil*, *loc. cit.*

⁶ OLIVEIRA, A. B.; CARVALHO, J. Z. S. *A formação de pessoal de nível superior e o desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: CAPES, 1960, p. 19.

⁷ National Science Foundation, 9th Annual Report. Washington, D.C., 1959, p. 87.

⁸ Idem, p. VII.

⁹ “Iniciada por volta de 1650, a ciência começou a organizar-se em uma comunidade de conhecimentos e deu lugar, novamente, a uma enorme aceleração da velocidade de transformação. O mundo de 1650 nos é mais remoto do que o mundo do Egito Antigo. Existem, já nos Estados Unidos e na Europa Ocidental e, em menor grau, na URSS

e em algumas outras partes do mundo, os incícios da sociedade pós-civilizada — um estágio da humanidade tão diferente da civilização quanto a civilização o é do estágio selvagem”. BOULDING, K. E. After civilization, what? *Bulletin of Atomic Scientists*, v. XVII, n. 8, 1962, p. 2.

¹⁰ GALKIN, K. *La formación de científicos en la URSS*. Moscou: [s. n.], 1958, p. 37.

¹¹ Idem, p. 37.

¹² Idem, p. 43.

¹³ Idem, p. 95.

¹⁴ National Science Foundation, 10th Annual Report. Washington D.C., 1960, p. 111.

¹⁵ *Les progrès du pouvoir soviétique depuis 40 ans*. Moscou: [s. n.], 1958, p. 267.

¹⁶ National Science Foundation, 9th Annual Report. Washington D.C., 1959, p. 3.

¹⁷ National Science Foundation, 10th Annual Report. Washington D.C., 1960, p. 3.

¹⁸ LOPES, J. L. *The need of scientific training for engineers: problems and prospects in Brazil*. Trabalho apresentado na Conferência sobre as Aplicações da Ciência e da Tecnologia às Áreas Menos Desenvolvidas. Genebra: Nações Unidas, fev. 1963.

¹⁹ Discurso do Ministro Darcy Ribeiro. *Plano Nacional de Educação*. Rio de Janeiro, 1962.

²⁰ A atuação do Conselho Nacional de Pesquisas em dez anos de trabalho. *Boletim Informativo*. Rio de Janeiro, v. 1, n. 7, 1962.

A CIÊNCIA E OS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO*

Ciência e desenvolvimento econômico

Muitos delegados têm-se mostrado preocupados, nesta Conferência, no sentido de que talvez não tenha ela poderes para sugerir à Organização das Nações Unidas (ONU) que procure novos meios práticos, concretos e eficientes de prestar auxílio significativo aos países menos desenvolvidos, no campo da ciência e da tecnologia e de suas aplicações ao desenvolvimento. Creio que as sugestões serão feitas, pois, de outro modo, esta Conferência não terá correspondido às esperanças de muitos de nós.

Todos estão de acordo sobre a importância de uma melhor formulação da política e dos programas de pesquisa em cada país. A este respeito, o relatório elaborado pelo Secretário-Geral da Conferência, relativo a esta sessão, é um bom documento. O progresso, nesse domínio, depende da

* Intervenção na Conferência Internacional sobre as Aplicações da Ciência e da Tecnologia às Áreas Menos Desenvolvidas, ONU, Genebra, fevereiro de 1963.

sabedoria de cada governo na hora de convocar os seus cientistas para que formulem uma política científica nacional e para que transformem em realidade os programas correspondentes – não com base em imitação pedante dos países avançados, mas em consonância com a realidade, a nacional e a internacional.

Embora muitas das afirmações que aqui fazemos sejam triviais, sua conversão em ação prática não é sempre tão simples. Este é, creio, um dos motivos pelos quais estamos reunidos. É óbvio que devemos encontrar mais vigorosos instrumentos para combater, por exemplo, o analfabetismo e as doenças. Devemos educar as massas dos países menos desenvolvidos, ensiná-las a ler e a escrever. Mas devemos oferecer-lhes, de igual modo, trabalho, torná-las economicamente úteis aos seus países e dar-lhes meios para industrializar e utilizar os seus recursos naturais.

Desacompanhados de uma política de desenvolvimento econômico intensivo, os programas educacionais pouco valem. O resultado final de tais programas seria não apenas a exportação de matéria-prima, mas também a exportação em massa de técnicos e cientistas dos países menos desenvolvidos para os mais avançados.

Muitos cientistas dos países em via de desenvolvimento dão grande importância aos programas de fomento econômico, de industrialização, ao mesmo tempo que lutam pelo crescimento simultâneo da ciência e da tecnologia em seus próprios países.

Nações como o Brasil, que começaram a instalação das indústrias de base, necessitam de uma tecnologia local. Por esse termo quero significar uma rede de institutos, em número conveniente, equipados com homens treinados e com equipamento para assessorar a indústria nacional, resolver os

seus problemas técnicos, vários dos quais são específicos daquele país; institutos dotados de cientistas em contínuo trabalho de pesquisa pura e aplicada.

Muitos eminentes delegados salientaram, nesta Conferência, a importância da transferência dos produtos do conhecimento às áreas menos desenvolvidas. Permitam-me dizer que queremos mais que isto: desejamos os meios para criar o conhecimento. Não queremos apenas comprar os produtos acabados. Queremos também manufaturá-los. Não desejamos apenas ser capazes de comprar frutos do conhecimento. Queremos também que a árvore da ciência e da tecnologia se desenvolva em nosso chão.

Para isso, à medida que cresce a indústria, à medida que marcha o desenvolvimento econômico, devemos formular uma política da investigação científica e devemos agir, em vários estágios, na educação básica do nosso povo para os empregos que são criados, na modernização das nossas universidades, no treinamento de técnicos de nível intermediário e no de engenheiros e cientistas. Necessitamos de médicos e biólogos, de engenheiros de minas e geólogos, de metalurgistas, de engenheiros mecânicos, de engenheiros eletrônicos. Necessitamos de químicos, de físicos, de matemáticos. Temos um certo número deles no Brasil. Mas precisamos de muito mais.

O Conselho Nacional de Pesquisas foi criado pelo Governo Federal, em 1951. Desempenhou um importante papel no estímulo, na ativação da pesquisa científica e tecnológica no meu país. Mas necessita, entretanto, de maior apoio financeiro para realizar um programa mais amplo e eficiente. No Brasil, agora, tem lugar uma discussão pública, muito sadia, no sentido de mudar-se a estrutura da maioria das nossas instituições, inclusive a das universidades, de modo

a que estas se ajustem à nova realidade do País e do mundo. Estou certo de que o nosso Conselho Nacional de Pesquisas levará na devida conta as sugestões feitas nesta Conferência para uma política científica mais vigorosa.

Rejeitamos a afirmação, muitas vezes enunciada, de que a pesquisa científica é privilégio das nações avançadas. Creio que, dentre os países menos desenvolvidos, aqueles que já ingressaram no caminho da industrialização terão de fazer um esforço maior para melhorar a qualidade dos seus engenheiros, para treiná-los nas modernas técnicas científicas necessárias à indústria moderna. Esse esforço nacional tem necessidade de uma cooperação mais efetiva da parte dos países mais avançados e das organizações internacionais.

Se se recomenda, com razão, que os nossos países revejam e intensifiquem os nossos programas e a nossa política científica e tecnológica, creio que as agências internacionais também devem rever e intensificar seus programas de modo a prestarem ajuda efetiva às nossas necessidades reais. Muitas dessas agências realizaram importante ação em muitos países. Mas todos nós reconhecemos que o que fizeram no domínio da ciência e da tecnologia para o real desenvolvimento das áreas menos avançadas ainda não tem grande significação.

Permitam-me, pois, nesta oportunidade, fazer um apelo no sentido de que a Organização das Nações Unidas — através dos órgãos que possui ou através de um novo mecanismo — realize um programa mais substancial para o verdadeiro progresso científico e tecnológico dos nossos países.

Centros regionais de pesquisa

Gostaria de, nesta oportunidade, salientar a importância dos centros regionais para o treinamento de pessoal científico e técnico.

Temos um exemplo, em Genebra, de uma estreita e frutífera colaboração dos países europeus em um centro regional de pesquisa científica: o CERN. Este centro é especializado no campo da física das altas energias e nele se realizam investigações que, talvez, cada país europeu, isolado, não poderia levar a cabo. Outro exemplo, coroado de êxito, de colaboração internacional no mesmo domínio é o do Laboratório de Dubna, na União Soviética.

Não estou sugerindo que os países menos desenvolvidos das diferentes regiões do mundo se reúnam para imitação literal do CERN ou de Dubna. O que sugiro é a idéia – base do CERN e de Dubna – de que se reúnam para estabelecer centros regionais em alguns campos da ciência e da tecnologia.

As universidades e institutos nacionais – e sua modernização – constituem, naturalmente, o mais importante esforço, nesse setor, de cada uma dessas nações. Mas, em alguns domínios, poderia bem ser aconselhável que um centro regional seja criado e convenientemente apoiado.

O treinamento de pessoal científico só pode ter êxito em um instituto no qual se realize a pesquisa científica, em uma universidade cujos professores sejam também pesquisadores. Um instituto de pesquisa, entretanto, digno desse nome, só pode manter-se se tiver no mínimo uma massa crítica de homens e equipamento. Se alguns países de uma dada região reunirem os seus esforços, esta massa crítica poderá ser atingida.

Permitam-me que mencione dois exemplos: o Centro Latino-Americano de Matemática, em Buenos Aires, e o Centro Latino-Americano de Física, no Rio de Janeiro.

No CLAF, os países da América Latina começam a se reunir para realizar um programa de pesquisas e de treinamento

de físicos. Sabem os senhores quão difícil é obter que físicos dos países avançados passem um ano ou mais em um país menos desenvolvido.

Se se tratar de um físico experimental e se o país que o convidar não possuir equipamento para o seu trabalho, será impossível a aceitação do convite. Usualmente, não se dispõe nem de recursos para pagar-lhe o salário no nível dos países avançados.

O que sugiro é que um centro regional deveria dispor dos recursos para o equipamento e poderia assim convidar cientistas visitantes para treinar os jovens dos países da região. Poderia tal centro formar a massa crítica necessária à pesquisa e ao treinamento adequado em alguns domínios, na região considerada, e assim trazer a prática nesses campos do conhecimento científico, tornando-a mais próxima desses países.

Finalmente, quero observar que esses centros regionais devem, de preferência, sempre que possível, ser instalados na região mesma e não em um país avançado. Espero que as organizações internacionais compreendam a questão e lhe emprestem o necessário apoio.

Ciência e indústria nos países em desenvolvimento

Em pelo menos alguns dos países em via de desenvolvimento, muitas de suas indústrias, se não a maioria, pertencem a companhias estrangeiras, isto é, são ramos de organizações industriais dos países avançados. Elas dão uma importante contribuição ao progresso econômico dos países menos desenvolvidos, que levariam muito mais tempo, sem estas instalações, para iniciar o processo da industrialização.

Há, entretanto, um problema que gostaria de levantar aqui: a relação entre essas indústrias e a pesquisa científica. A investigação pura e aplicada dessas organizações industriais é realizada em seus países de origem, onde elas enfrentam uma forte competição. Em consequência, nos países menos desenvolvidos, essas companhias industriais não estão muito interessadas nos institutos locais de pesquisa. Poderão interessar-se pelo sistema educacional de tais países no sentido de obter técnicos e engenheiros para as suas fábricas locais, mas não se interessam tanto pela investigação científica e tecnológica que deve ser praticada nesses países.

Creio que este constitui um problema especial a ser levado em conta no planejamento da política científica de tais países. Para superar esse obstáculo, essas organizações industriais devem dar – ou devem ser levadas a dar – apoio à pesquisa nos países em que operam. Não pelo estabelecimento de laboratórios fechados, de resultados sigilosos, mas apoiando materialmente as universidades e os institutos científicos nacionais. Pois, de outra maneira, estaríamos diante de um novo tipo de dependência colonial e o desenvolvimento da ciência e da tecnologia nesses países menos avançados seria artificial, isolado das aplicações práticas.

O delegado da Índia acaba de afirmar que os nossos cientistas não são devidamente considerados pelos nossos homens de governo. Tampouco são eles considerados pelos nossos industriais: pelos industriais das companhias estrangeiras, pelas razões que dei acima; pelos industriais das companhias nacionais, porque estes desejam comprar conhecimento e tecnologia importados prontos, de modo a obterem os maiores lucros no menor tempo possível.

A UNIVERSIDADE NA AMÉRICA LATINA*

Aos especialistas na história da educação interessa coletar as datas de fundação das universidades em diferentes países e examinar em detalhe a evolução dessas instituições. São dados importantes e é de se esperar que as organizações internacionais dedicadas à educação, à ciência e à cultura obtenham e publiquem, se já não o fizeram, essas informações sobre as universidades em todos os países da América Latina.

Seria possível, assim, comparar esses dados com as informações sobre o sistema econômico desses países e procurar obter uma correlação quantitativa entre a economia, de um lado, e a educação, a cultura e a investigação científica nesta região do mundo, de outro.

Os dados estatísticos confirmarão, certamente, que as universidades produzem essencialmente os profissionais, os homens de ciência e de cultura que são exigidos pela sociedade a que pertencem.

* Publicado em *Ciência e Cultura*, v. 20, n. 4, 1968, p. 690-692.

Os países da América Latina têm estado, em geral, sob a dominação econômica e política dos países avançados; inicialmente, das metrópoles, Portugal e Espanha, após a independência política, daquelas nações que estabeleceram hegemonia no mundo ocidental.

A criação das primeiras faculdades de ensino superior foi naturalmente orientada para a formação de bacharéis em direito – necessários à resolução de conflitos entre os componentes da elite dominante; de médicos – fundamentais para cuidar da saúde e curar as enfermidades dos latino-americanos ricos; e de engenheiros civis – necessários para a construção de seus palácios e residências e para as obras metropolitanas de modo geral.

Contudo, mesmo hoje em dia, o número de graduados em medicina, nas diversas especialidades da engenharia, em agronomia, não corresponde ao que seria necessário para atender às necessidades das populações da América Latina. Esta constatação é simples consequência do fato de que os sistemas políticos e as estruturas econômicas correspondentes nos países da América Latina não estão, em geral, implantados para atender às necessidades de suas populações e ao seu desenvolvimento econômico e cultural, livres de submissões a interesses alienígenas. Este é um fato bem conhecido mas que não é suficientemente difundido e debatido entre cientistas e, em particular, entre os físicos.

Até a Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento da pesquisa científica nos estabelecimentos de ensino superior e nas universidades não alcançou expressão socialmente significativa na América Latina.

Não devemos, naturalmente, desconhecer os grandes homens de ciência que os países deste continente produziram,

os quais constituem motivo de justo orgulho para nós; e, graças a esses esforços, podemos hoje continuar a luta pelo progresso da ciência na América Latina. Refiro-me, entretanto, à investigação científica executada por equipes suficientemente numerosas, nos diversos domínios da ciência e da tecnologia e em contínua interação com o desenvolvimento econômico dos nossos países. Sob este aspecto, é deficitário o balanço das atividades das universidades latino-americanas. E não poderia ser outro o resultado esperado. A economia dos países da América Latina tem-se baseado em atividades agrícolas, mineiras e industriais que não exigiram, até hoje, a formação pelas nossas universidades de cientistas e técnicos de alto nível, indispensáveis ao aperfeiçoamento contínuo dos bens produzidos, à invenção, à criação de novas idéias e mecanismos associados a um tal aperfeiçoamento. Pelo contrário, os sistemas econômicos das nações latino-americanas baseiam-se em técnicas estabelecidas nos países desenvolvidos e as indústrias mais importantes são filiais de sociedades estrangeiras.

Ora, estas sociedades industriais possuem seus grandes laboratórios de investigação científica e tecnológica em seus países de origem, onde se realizam as descobertas e o desenvolvimento de novos produtos.

Nos países da América Latina, instalam-se, em regra geral, filiais dessas empresas industriais que se limitam a montar ou a fabricar produtos protegidos por patentes e pelos quais temos de pagar preços elevados.

Não existindo mercado de trabalho para físicos especializados em ciência e tecnologia nuclear, em estado sólido, em óptica, em ciência dos materiais e em outros domínios, não havendo demanda para químicos, geólogos, bioquímicos, cientistas e técnicos de alto nível associados à indústria far-

macêutica, à indústria metalúrgica, à petroquímica e à indústria nuclear (que não se permite implantar na América Latina), será automaticamente limitada a capacidade de desenvolvimento das universidades e institutos científicos nessas especialidades.

Não é, portanto, de estranhar que excelentes universidades e instituições de investigação científica na América Latina – como em outras regiões do Terceiro Mundo – sejam freqüentemente objeto de pressões políticas, muitas vezes sob a forma de falta de apoio financeiro, com a conseqüente demissão e dispersão dos grupos de pesquisadores que, à custa de extraordinários esforços, conseguem ali se formar. A história recente em vários países do nosso continente é bastante ilustrativa a este respeito.

O que é importante salientar, entretanto, é que esta instabilidade, ao contrário do que se comprazem em afirmar publicações de certos países avançados, não é devida ao temperamento específico dos latino-americanos. Ela resulta de uma instabilidade política imposta a esses países pelos grupos dominantes e da troca de governos e regimes políticos comandada pela defesa dos interesses econômicos ali investidos. O florescimento de institutos de investigação científica, livres, a implantação de uma universidade moderna – como a de Brasília, até 1964 – ou modernizada – como a de Buenos Aires, até 1966 – são projetos que dão lugar ao aparecimento de pesquisadores, homens de cultura, que podem pôr em dúvida, perante as novas gerações, unicamente pelos seus trabalhos de investigação, a justeza e justiça do sistema estabelecido.

Surgem, então, a repressão a estas atividades de criação literária, filosófica e artística e a substituição de cientistas que

se preocupam com as aspirações do seu povo e o sentido de suas investigações, por cientistas estimulados unicamente a trabalhar na Ciência pela Ciência.

Surgem a intervenção, o estabelecimento de um regime de censura às peças de teatro, ao cinema e à imprensa, a fim de que não se abale o *establishment*: o sistema agrário latifundiário, a propriedade estrangeira de minas, das riquezas do solo, da flora e da fauna, o sistema industrial dominado pelas grandes empresas estrangeiras.

A este quadro de alienação das riquezas e das estruturas básicas de um país tem de corresponder um quadro de alienação das universidades – voltadas a formar apenas engenheiros operacionais, técnicos necessários ao funcionamento das empresas e das máquinas importadas ou montadas, historiadores, escritores e sociólogos que se conformem ao sistema vigente, administradores e sócios menores dessas empresas.

Não creio que seja necessário citar exemplos específicos – vários deles são do conhecimento dos cientistas latino-americanos.

Desejo, entretanto, salientar nesta oportunidade que, paralelamente a este trabalho de destruição ou de oposição aos pesquisadores independentes, seria desastroso se se realizasse algum programa internacional ou multinacional com a participação de agências de outros países nos institutos científicos e universidades classificadas como excelentes, com a finalidade de estabilizar o sistema e impedir o ressurgimento de novas equipes de pesquisadores e professores independentes. Sobretudo se um tal programa procurasse atribuir dotações a institutos e a cientistas considerados politicamente dignos de confiança, marginalizando os demais.

Não posso deixar de mencionar aqui – pois os temas parecem-me associados uns aos outros – a crise que tem ocorrido ultimamente em certas universidades latino-americanas, caracterizada por uma confrontação direta entre a mocidade universitária e as autoridades educacionais, portanto, entre homens e sistema de governo. É verdade que existem elementos comuns entre a rebeldia estudantil desses e a de outros países, mesmo desenvolvidos, como a França, Itália, Alemanha, Estados Unidos, Polônia e Iugoslávia.

Trata-se, de um lado, de um maior amadurecimento biológico e cultural da mocidade de hoje, que tem acesso direto às informações sobre as realizações científicas e tecnológicas contemporâneas; de outro lado, trata-se também da falta de grandeza humana nos sistemas políticos das nações desenvolvidas, no absurdo de guerras cruéis, no egoísmo das sociedades de consumo e de esbanjamento de luxo e riquezas, ao lado de povos pobres e explorados – dois terços da humanidade.

Mas, no caso latino-americano, é fundamental que haja uma tomada de consciência, pelos jovens universitários, da situação de subdesenvolvimento crescente de seus países, da falta de programas nacionais visando eliminar o analfabetismo, erradicar as doenças, criar empregos, e da tendência, ao contrário, de alguns governos que querem transformar as universidades governamentais em instituições privadas. Ora, na América Latina, dada a ausência de indústrias poderosas, desvinculadas de dominação estrangeira, a decisão de entregar a manutenção das universidades à empresa privada equivaleria a entregar a interesses estrangeiros o controle da educação nacional – decisão até hoje não tomada por nenhum país independente.

É também fundamental a tomada de consciência por parte dos jovens de vários países da América Latina de que não se pode impedir a desnacionalização das universidades e do sistema educacional sem a nacionalização dos sistemas e estruturas econômicas e políticas – esta constatação é que é a raiz da crise nesta região do mundo, como nos países subdesenvolvidos.

Em nossos países, possuímos universidades grandes e pequenas, institutos de pesquisa científica maiores e menores. Temos a consciência de que essas universidades e institutos necessitam, em sua maioria, modernizar-se. Esta modernização e a transformação completa de muitas delas exigem, correspondentemente, programas de governo, em todos os setores, de modernização e de transformação das estruturas. Mas tais planos de desenvolvimento não podem alcançar êxito se não visarem à participação generalizada da população nos frutos do progresso com o objetivo de realizar os ideais de felicidade humana. Para este fim devem as universidades também estar voltadas.

Universidades verdadeiramente autônomas/livres de pressões políticas, mantidas por governos representativos dos povos de cada país latino-americano, dinâmicas, impulsionadoras da investigação e da cultura, abertas à nossa juventude, sem preocupações de castas ou elites, são as universidades de que necessitamos cada vez mais neste continente; universidades e instituições científicas cuja estrutura permita o recrutamento, para seu corpo docente e de investigação, dos melhores professores e pesquisadores, onde quer que estejam, de qualquer nacionalidade, religião ou credo político; universidades e institutos científicos não somente apoiados financeiramente pelo governo de cada país, mas que sejam também

respeitados por esses mesmos governos e que tenham assim a possibilidade de contribuir, com a devida continuidade no tempo, para o progresso das nações latino-americanas.

O que afirmo é que esses ideais, que devemos perseguir sempre, exigem para a sua realização, além do trabalho científico indispensável, uma participação mais ampla de físicos e de cientistas, em geral, na busca de soluções adequadas para as estruturas fundamentais dos países da América Latina.

A CIÊNCIA PARA O HOMEM: O HIATO DO DESENVOLVIMENTO*

Há algumas gerações era usual considerar que o mundo era composto de dois grupos principais de pessoas: os ricos, civilizados, conquistadores e construtores de impérios; e os pobres, atrasados, aqueles que não tinham nem conseguiam desenvolver meios efetivos de defesa contra a conquista – as colônias políticas ou econômicas.

Depois da Segunda Guerra Mundial, foi inventada uma nova nomenclatura para proporcionar mais dignidade aos representantes dos novos países independentes juntamente com aqueles velhos e atrasados; o mundo agora deveria passar a ser visto como composto pelas nações desenvolvidas – os povos ricos e civilizados – e pelas nações subdesenvolvidas – os povos atrasados.

Depois da criação das agências internacionais voltadas para a ajuda aos países subdesenvolvidos e depois de muitos

* Publicado no *Bulletin of the Atomic Scientists*, v. XXIV, n. 10, dez. 1968, com o título de *Science for man: the development gap*. Tradução de Fábio Sá Earp.

anos de experiência em cooperação bilateral e multilateral entre nações ricas e pobres, considerou-se necessário mudar novamente esta nomenclatura. Por isso, agora o mundo é visto como dividido entre nações desenvolvidas e em desenvolvimento.

Uma quantidade crescente de artigos apareceu nos últimos anos, devotada à análise dos muitos e complexos problemas do desenvolvimento. E, em 1963, a Organização das Nações Unidas promoveu, em Genebra, uma conferência internacional sobre a aplicação da ciência e da tecnologia na ajuda às áreas menos desenvolvidas. Esta conferência foi seguida de alguns encontros regionais sobre o mesmo problema, um dos quais foi sobre a pesquisa organizacional e a formação de pessoal na África, realizado, em Lagos, em 1964; outro foi a conferência da UNESCO sobre as aplicações da ciência e da tecnologia ao desenvolvimento da América Latina, realizada, em Santiago, em 1965. Assim, além de estudar os aspectos econômicos, sociais e políticos das complexas condições que caracterizam o subdesenvolvimento, a importância da aplicação e do estímulo à ciência e à tecnologia nas regiões subdesenvolvidas finalmente foi compreendida pelos organismos assistenciais, como o Fundo Especial das Nações Unidas, que vinha sendo um tanto ou quanto hostil ao investimento em pesquisa científica básica e educação.

Não é minha intenção repetir aqui o que já foi dito e escrito sobre os inúmeros obstáculos ao completo desenvolvimento do assim chamado Terceiro Mundo e de universidades saudáveis e vigorosas, ou à falta de condições apropriadas para o crescimento das instituições científicas em tais países. Pretendo limitar-me aqui a algumas observações sobre os graves problemas que o Terceiro Mundo enfrenta hoje.

Empresa privada?

Em primeiro lugar, é claro que o desenvolvimento econômico das áreas subdesenvolvidas, realizado pelas empresas privadas das nações ricas, como postulado e defendido por eminentes personalidades em alguns países poderosos, não pode proporcionar oportunidade para o progresso genuíno de tais áreas, nem mesmo no campo da ciência e da tecnologia. Claramente tal potencial de desenvolvimento é condicionado pela realização dos interesses fundamentais destas empresas e dos países aos quais elas pertencem.

Estas companhias mantêm grandes laboratórios em seus próprios países, onde cientistas conduzem pesquisas básicas e aplicadas, onde a maior parte dos jovens engenheiros e cientistas encontram emprego, onde suas invenções originam patentes e são pelas mesmas protegidas. Os *royalties* que os povos subdesenvolvidos pagam para usar estas patentes, para importar, montar e produzir localmente os bens assim protegidos constituem uma parte de sua contribuição invisível para a pesquisa posterior nas nações avançadas. Nestes laboratórios, e naqueles das universidades e instituições oficiais de pesquisa científica, é que se produz o desenvolvimento tecnológico, sob a atual forma dinâmica e agressiva, em alguns países avançados. É uma ilusão pensar que um país pode ter um sistema universitário florescente e instituições criativas sem uma estrutura social e política que conecte intimamente seus complexos industrial, político e cultural com o produto destas instituições.

De fato, para nos certificarmos disso é suficiente examinar o que acontece nos países da América Latina. Tem havido uma falha no desenvolvimento de alguns dos maiores países da América Latina sob uma política de criação de

subsidiárias das grandes empresas industriais em seus territórios. Esta mesma política também fracassou em evitar a inflação e em melhorar o padrão de vida da maior parte da população. As universidades nestes países que mais têm contribuído para o estudo de seus problemas têm sofrido agressões. De fato, em muitos países do Terceiro Mundo têm surgido regimes de força, caracterizados pela perseguição sistemática de professores, cientistas, economistas, escritores e pensadores.

Os estudantes, sobretudo, vêm sendo freqüentemente submetidos à repressão sistemática, apenas porque em muitas destas nações as autoridades (ainda que, ou talvez justamente por serem assessoradas por especialistas de países avançados) têm sido incapazes de promover educação generalizada, sistemas universitários bons e eficientes, bem como pesquisa científica e tecnológica em benefício dos seus povos. Estudantes que, como setor privilegiado da juventude, têm acesso à informação, livros e jornais do mundo exterior e que podem compreender as implicações de certas políticas sobre seus futuros e o de seus países, não aceitam a permanência de tal situação. Em muitos países da América Latina, enquanto muitos cientistas são forçados a emigrar e trabalhar em universidades e institutos científicos dos países desenvolvidos, agências das nações poderosas e avançadas mandam missões para programarem sistemas educacionais e reformarem universidades. Então, os peritos destas agências são autorizados a formular políticas e recebem condições de trabalho, inclusive salários, que são negados aos cientistas e peritos nativos.

O intercâmbio científico internacional é essencial para a ciência, a cultura e o conhecimento. A cooperação científica internacional deriva da necessidade desta troca, para o compartilhamento dos benefícios e alegrias da realização de

uma descoberta, ou invenção, da capacidade de decifrar as leis da natureza.

O conhecimento da ciência fundamental é universal. No entanto, os frutos e benefícios da pesquisa fundamental, a possibilidade de aplicação de leis e mecanismos científicos aos avanços econômicos e sociais das comunidades humanas não são universais. Obviamente, a ciência e a tecnologia, enquanto instrumentos políticos, econômicos e sociais, são universais apenas dentro dos limites do reduzido universo das nações ricas e avançadas. Colocar os benefícios da pesquisa científica e das invenções tecnológicas ao alcance dos chamados povos em desenvolvimento é uma tarefa dos líderes legítimos destes povos, de seus cientistas e de seus intelectuais.

Desenvolvimento até que ponto?

Não podemos, porém, aceitar a tese, defendida em alguns círculos nos países avançados, de que as nações subdesenvolvidas precisam preparar-se apenas para o estágio de comprar ou alugar tecnologias inventadas no exterior; de que as nações avançadas constituem uma espécie de vasto supermercado científico e técnico, ao qual homens de governo e homens de empresa dos países menos desenvolvidos podem ir para comprar os artigos colocados à venda. Podem os países em um estágio primitivo de desenvolvimento econômico fazer isto? Por acaso eles têm os recursos financeiros para comprar tudo o que precisam? Será o preço – e a flutuação dos preços – dos produtos primários dos países subdesenvolvidos e das matérias-primas que estes produzem ou que companhias estrangeiras exploram em seus territórios, suficiente para pagar por tais compras?

Naturalmente, esta tese é inaceitável enquanto objetivo final, como realização das aspirações dos povos subdesenvolvidos. Certamente pode-se comprar tecnologia, importar produtos e conhecimento, trazer indústrias estrangeiras para o interior dos países em desenvolvimento. Mas esta solução não é a definitiva. A ciência avança continuamente, a tecnologia torna-se rapidamente obsoleta e novas máquinas paulatinamente substituem as velhas. Este progresso resulta da pesquisa, da investigação, do pensamento criativo. As nações subdesenvolvidas, individualmente ou por associações regionais, precisam ter à sua disposição os meios para criarem conhecimento dentro de suas próprias instituições; precisam, pela ação de seus próprios homens de ciência e cultura, integrar os planos para um desenvolvimento autônomo e socialmente significativo com os programas de difusão educacional, para produzirem homens competentes, estimularem o pensamento criativo, fomentarem o crescimento de boas universidades e excelentes institutos de pesquisas.

Funcionários governamentais e homens de negócios destes países pobres fazem ouvidos moucos para tais sugestões. E uma análise realística dos fatos mostra que a construção destes planos e programas pode colidir com os interesses constituídos. Não tem interessado às grandes empresas que operam no Terceiro Mundo, nem aos seus parceiros minoritários locais, a abertura de laboratórios nos países onde operam. Estes laboratórios vêm sendo uma prerrogativa dos países onde estão situadas as matrizes, nos quais contribuem para uma competição feroz entre as empresas, e de onde idéias originais, máquinas e ferramentas são despachadas para venda no exterior. Tão logo incorporam avanços tecnológicos, estas firmas precisam lutar por novos mercados para seus novos bens. E a intensa propaganda induz as nações subdesenvolvidas

a comprarem estes produtos da moda antes que possam implementar os programas de que têm mais necessidade. Depois da Primeira Conferência Internacional para os Usos Pacíficos da Energia Atômica, convocada pela ONU, em 1955, as indústrias correram para vender reatores para pesquisa, e muitos países do Terceiro Mundo foram induzidos a comprá-los, enquanto programas intensivos para a difusão da educação primária, secundária e universitária, de no mínimo igual prioridade, foram abandonados. Contudo, alguns destes países foram obrigados a abandonar estes reatores mais tarde, por falta de pessoal qualificado para pesquisa. E, no momento atual, a necessidade de bases para pesquisa espacial tem levado alguns países superdesenvolvidos a criarem programas associados com algumas nações subdesenvolvidas. Tais nações são então persuadidas a devotar uma grande parte de seus orçamentos de pesquisa a estes estudos, com o correspondente sacrifício de programas básicos de pesquisa fundamental em suas próprias universidades.

É inegável que um número relativamente grande de cientistas dos países subdesenvolvidos emigraram para universidades e institutos de pesquisa das nações ricas. Ao mesmo tempo, missões de "peritos" em educação e tecnologia de agências estrangeiras vêm sendo levadas aos países subdesenvolvidos e encarregadas de reformar os sistemas educacional, científico, tecnológico e econômico destas nações — tarefa da qual ilustres educadores, cientistas e peritos locais não são convidados a participar em sua própria casa.

Encobrimo o problema

O problema é certamente complexo e suas soluções não dependem da ação dos cientistas. Muitas delas escapam ao poder de decisão dos mesmos. Mas isto não pode servir

de desculpa para que a comunidade científica do mundo desenvolvido não tome conhecimento deste problema: a questão do relacionamento entre as poderosas economias das nações avançadas e as aspirações nacionais dos povos subdesenvolvidos.

Apenas intensos esforços nacionais para promoverem educação, cultura e pesquisa científica e tecnológica – aberta à cooperação suplementar internacional, mas sem perder o poder de decisão – podem conduzir ao desenvolvimento legítimo. Esta atitude, na verdade, simplesmente segue os exemplos históricos daqueles países ricos que até 50 anos atrás ainda eram subdesenvolvidos.

A pesquisa científica em nações subdesenvolvidas certamente poderia ser altamente estimulada se pudesse ser estabelecido um novo programa de cooperação internacional que estimulasse os esforços dos cientistas destas nações a permanecerem em casa. Este tipo de programa, porém, teria de ser formulado de forma a não competir com as atuais agências internacionais, como a UNESCO.

Um editorial no *Bulletin* de outubro de 1966, intitulado “Uma Fundação Internacional de Ciência”, revive a proposta feita pelo professor Roger Venelle na XIV Conferência Pugwash em Veneza; o estabelecimento de uma fundação internacional de ciência com o objetivo de “assistir cientistas individuais e grupos de pesquisa científica nas partes do mundo em que seu trabalho não é suficientemente apoiado, seja pelo poder nacional ou pela falta de interesse esclarecido de seus líderes nacionais (e empresariais)”. Depois de mencionar o importante papel desempenhado por muitas organizações dos Estados Unidos em estimular a pesquisa científica naquele país, o editorial segue dizendo:

O que se precisa nos países em desenvolvimento é, no entanto, algo maior e mais abnegado, algo que não seja influenciado pelos interesses norte-americanos em pesquisa. A organização precisa ser um corpo independente, bem dotado de recursos, composto por cientistas ilustres tanto das nações que dão a ajuda quanto das que a recebem; uma fundação à qual cientistas individuais, incluindo sobretudo jovens pesquisadores no início de suas carreiras, assim como grupos de pesquisas, possam solicitar financiamentos para adquirirem instrumentos e materiais.

Tomar as medidas práticas requeridas para o estabelecimento de uma associação internacional de ciência deste tipo provavelmente não é uma tarefa fácil. Os fundos para esta organização poderiam vir de uma pequena fração dos orçamentos militares de todas as nações do mundo, para promover um impulso significativo no progresso científico das nações menos desenvolvidas. Isto é possível? Não será um progresso deste tipo um obstáculo para a expansão do império industrial das nações mais poderosas? Não está a pesquisa científica dos países mais avançados cada vez mais envolvida com o desenvolvimento das indústrias bélicas?

Claramente, para ser bem-sucedida, essa fundação internacional de ciência precisa receber o suporte de cientistas ilustres tanto de países avançados como de subdesenvolvidos, e seu suporte financeiro precisa ser assegurado por muitas nações ricas, e não apenas por uma ou duas. Uma fundação internacional de ciência não pode ser criada por alguma agência de uma única nação rica; precisa ser o resultado da cooperação entre muitas nações, tanto ricas quanto subdesenvolvidas. Precisa estimular o trabalho dos principais cientistas das nações subdesenvolvidas em seus próprios países. Precisa ajudar estes cientistas em seu trabalho cotidiano, para

transformar suas universidades e centros de pesquisa em instituições vivas e criativas. Sobretudo, uma organização internacional deste tipo não pode interferir nas questões internas de cada país. Os programas internacionais para a exploração de áreas em países subdesenvolvidos só têm características coloniais quando os governos destes países não chamam seus cientistas e peritos para conhecer tais programas, aprová-los e deles participarem em suas especialidades. Estes programas de exploração internacional serão suspeitos se não forem divulgados nos países envolvidos e tiverem sua validade livremente debatida. Se uma fundação internacional de ciência tiver de voltar-se para programas secretos ou semi-secretos, é melhor que não seja sequer criada.

O hiato científico

A questão do hiato entre os países europeus, de um lado, e os Estados Unidos e a União Soviética, de outro, vem sendo objeto de diversos estudos nos últimos anos. Além dos estudos existem também propostas para eliminar este hiato, incluindo uma associação dos países europeus e a total cooperação entre suas universidades, instituições de pesquisa e sistemas econômicos e tecnológicos.

O hiato entre o Terceiro Mundo e os países ricos, tanto as nações desenvolvidas como as superpoderosas, é maior do que nunca e crescente. Na verdade, a taxa relativa de desenvolvimento, a velocidade relativa de crescimento entre os países do Terceiro Mundo e o conjunto dos "primeiros dois mundos" é tamanho, que os componentes do Terceiro Mundo devem ser chamados de "nações subdesenvolvidas" ou, em francês, *pays en voie de développement*, se não quisermos que a nomenclatura fique obsoleta. Assim, a produção de ali-

mentos *per capita*, desde a Segunda Guerra, aumentou 17% nos Estados Unidos, enquanto na América Latina houve uma redução de 3%.

O fato é que a migração de pesquisadores europeus para as nações superdesenvolvidas não se constitui em um grande obstáculo para a modernização das universidades européias, até onde sabemos; pelo contrário, jorraram estudos e propostas para resolver o chamado problema da drenagem de cérebros. Nos países subdesenvolvidos, porém, os governos ainda não estão conscientes da situação ou não possuem os meios e/ou o interesse em promover melhorias significativas nos sistemas educacionais e nas instituições científicas e tecnológicas, de forma a atrair e conservar seus jovens, interrompendo a emigração de pesquisadores.

Esperemos que um novo e significativo programa de cooperação, como um programa de cooperação internacional, possa contribuir para a libertação da ciência do complexo de indústrias e tecnologias militares. Esperemos que os cientistas de todas as nações reestabeleçam o papel pacífico e construtivo da ciência e da cultura em benefício de todos os homens do mundo.

A CIÊNCIA E O DESENVOLVIMENTO DEPENDENTE*

Durante muito tempo o processo de desenvolvimento econômico foi visto como uma espécie de livre competição na qual os homens mais inteligentes e os povos mais capazes da Terra eram os mais bem-sucedidos. Os povos dos países atrasados¹ de muitas regiões do globo, segundo esta visão, eram e são menos capazes, menos inteligentes e menos dispostos ao trabalho árduo. O que se omite é o fato de que durante o período colonial a América Latina, a África e a Ásia sofreram intervenções quase sempre violentas, inicialmente de europeus e mais tarde de norte-americanos, para modificar as culturas e civilizações locais, reorganizar suas economias e dominá-los de maneira a assegurar o fornecimento de minérios e produtos tropicais necessários à economia metropolitana.

* Publicado em *Interciência*, v. 2, maio/jun., 1977, p. 139-142, com o título de Science and dependent development. Tradução de Fábio Sá Earp.

Aos poucos foi aparecendo a propaganda para criar o hábito de avaliar comparativamente as realizações de todas as comunidades segundo os valores do sistema capitalista industrial, de forma que passou a ser considerado natural classificar como primitivas todas aquelas culturas e civilizações que diferiam daquele sistema.

Durante o século XIX e a primeira metade do século XX, o sistema capitalista industrial, erigido na Europa depois da Revolução Industrial, organizou a estrutura econômica mundial para a produção de bens, sucessivamente aprimorados pela incorporação do progresso técnico, concentrada nas áreas metropolitanas. O resto do mundo – as colônias, os países dominados, a periferia do sistema capitalista – foi incorporado para suprir as matérias-primas necessárias pelo centro do sistema. Apareceram, então, os ciclos de produção nos países subdesenvolvidos: açúcar, borracha, ouro, café, minério de ferro no Brasil, estanho na Bolívia, cobre no Chile, no Peru, bananas no Equador e América Central, petróleo na Venezuela e nos países do Oriente Médio.

Ao mesmo tempo, foram implantadas as instituições políticas e econômicas que até hoje existem nestes países, cuja transformação constitui a história passada e presente de luta pela libertação dos povos dominados.

A primeira mudança no sistema de relações econômicas internacionais ocorreu nos anos entre a Primeira e a Segunda Guerras Mundiais, estimulada pela crise econômica mundial de 1929. Estes acontecimentos levaram à abolição dos pactos e das condições contrárias à instalação das indústrias na América Latina. Os homens de negócios dos maiores países da região perceberam que era indispensável produzir internamente alguns dos bens anteriormente importados da Europa e dos Estados Unidos e que não podiam ser importados

durante as crises internacionais. Desta forma, em 1940, começou-se a criar um sistema industrial nestes países: a chamada industrialização por substituição de importações.

No entanto, ao mesmo tempo que este processo se desenvolvia na América Latina, os Estados Unidos, depois da Segunda Guerra Mundial, transformavam-se no centro mais poderoso do mundo capitalista. Com o New Deal de Roosevelt, a produção industrial bélica e a crescente intervenção governamental na economia, apareceram, nos Estados Unidos, as condições para um crescimento extraordinário do complexo industrial, bem como da ciência e tecnologia. Novas grandes firmas industriais emergiram, agora com nova denominação – corporações multinacionais, transnacionais ou globais² –, dotadas de grande poderio econômico e tecnológico. As grandes firmas industriais iniciaram suas atividades exportando seus produtos. Logo que as dificuldades de balanço de pagamentos dos países importadores os levaram a adotar medidas protecionistas, aquelas firmas passaram a alugar suas patentes às empresas dos países subdesenvolvidos, para que estas pudessem produzir seus produtos internamente. Numa segunda etapa, as corporações multinacionais compraram estas firmas – e outras, anteriormente independentes – e as transformaram em filiais.

O economista chileno Oswaldo Sunkel (1972) definiu o processo da seguinte maneira: “o comércio entre a empresa nacional X_A do país A e a firma nacional X_B do país B foi substituído pelas transferências internas da firma X_A entre os países A e B”.³ Neste processo a firma X_B desaparece.

Neste processo, ao mesmo tempo que periodicamente se faz uma campanha intensiva em defesa da livre empresa, as indústrias nacionais significativas nos países em desenvol-

vimento são absorvidas por corporações transnacionais; e as políticas nacionais de desenvolvimento econômico destes países são substituídas por projetos e programas que refletem os interesses e a política global destas corporações. Nas relações políticas e comerciais entre uma grande nação capitalista e outra nação em desenvolvimento e dominada predominam os interesses das sociedades multinacionais. Em compensação, estas firmas e as agências governamentais dos países industriais auxiliam os grupos sociais com os quais se associam nos países dominados – seus parceiros e representantes locais. Se no país dominado se criam condições para a instalação de governos que abraçam programas de reformas econômicas e sociais voltados para os interesses de seus povos, passa-se a oferecer auxílio a oficiais militares – muitos dos quais educados em certas escolas de inteligência militar situadas no exterior, como a escola de contra-insurgência do Panamá – para derrubar estes governos e estabelecer ditaduras favoráveis às políticas das corporações multinacionais.

Assim, freqüentemente somos obrigados a assistir à instalação de uma série de ditaduras militares em muitos países do Terceiro Mundo, como se, em correspondência consigo próprias e baseadas em sua estrutura, as firmas multinacionais inspirassem o estabelecimento de um poder militar transnacional capaz de estimular e dirigir aquelas ditaduras em defesa de seus interesses globais, com o regime democrático do centro do sistema capitalista dando cobertura a este poder militar. Ao mesmo tempo, uma parte expressiva da burguesia nacional destes países em desenvolvimento – incluindo professores universitários e cientistas – transforma-se gradativamente em um ramo da burguesia transnacional, perdendo sua identidade “de parte de uma classe dominante nacional”.⁴

Consequências para a ciência

Quais são as consequências do quadro acima traçado para o desenvolvimento da pesquisa científica e para a educação nos países em desenvolvimento?

A ciência é tradicionalmente compreendida como um processo comum a todas as sociedades civilizadas. A Europa Ocidental e os Estados Unidos são descritos como os herdeiros da cultura grega e de sua ciência. Costuma-se omitir que durante certos períodos outros povos – chineses, vietnamitas, indianos, persas, egípcios, toltecas, astecas, incas e seus descendentes – foram subjugados por poderes imperialistas e assim impedidos de terem um desenvolvimento cultural independente.

Nos países capitalistas, a ciência contribuiu para a transformação da relação das forças produtivas e para o desenvolvimento de novos meios de produção. A ciência é, porém, apresentada como sendo exclusivamente a soma de nossos conhecimentos acerca dos fenômenos naturais. A ciência, e em particular a física, deveria ser neutra, independente e acima das forças políticas e econômicas, interesses de classes e ideologias (Vitale, 1974; Lévy-Leblond, 1974). Mas a ciência não é um conjunto passivo de conhecimentos; é um processo global dinâmico que inclui a escolha dos objetos de pesquisa, os meios para pesquisar, adquirir e utilizar os conhecimentos. Estas atividades não são neutras, refletindo os interesses e as ideologias da sociedade.

Sabe-se que o sistema capitalista industrial desenvolveu-se na Europa e nos Estados Unidos com a utilização das invenções técnicas. Os laboratórios para teste de materiais e as manufaturas foram progressivamente dando lugar a laboratórios de pesquisa em universidades, em estabele-

cimentos industriais e, finalmente, nas grandes corporações multinacionais, onde equipes de técnicos e cientistas concebem novas idéias e suas aplicações práticas, criam novos produtos, novas técnicas e novas máquinas.

Nos países dominados a implantação de filiais das empresas multinacionais não implica de maneira alguma a criação de laboratórios de pesquisa nestas subsidiárias (Leite Lopes, 1966). O papel destas últimas é importar, montar ou produzir bens localmente e vendê-los, para dominar o mercado local. O papel destes ramos das empresas multinacionais no Terceiro Mundo não é, então, aperfeiçoar seus produtos nem modificar técnicas de forma a vencer a concorrência com as outras empresas. Este papel está reservado aos grandes laboratórios de pesquisa em suas sedes, nos Estados Unidos e na Europa, que transmitem às filiais os resultados finais de suas pesquisas, as instruções finais e os produtos para venda.

Fica claro, portanto, que as corporações multinacionais – e as economias que dominam – não precisam dos serviços de cientistas nacionais nem de universidades independentes nos países subdesenvolvidos em que se estabelecem. Se ocasionalmente estas corporações contratam grupos de pesquisa em alguma universidade destes países, o trabalho que estes desenvolverão será em benefício dos interesses destas corporações.

Se a ciência como um todo, no centro do sistema capitalista, reflete os interesses das sociedades correspondentes, nos países em desenvolvimento ela reflete o caráter da dominação política e econômica que caracteriza esses países. A ausência de emprego para cientistas locais na indústria ou na pesquisa voltada para as necessidades industriais nestes países

contribui para dissociar as universidades locais e os institutos de pesquisas dos processos econômicos em curso. Estas instituições — com a possível exceção das instituições médicas — geralmente não se sentem úteis à economia do país, de forma que os cientistas locais são levados a olhar para o exterior em busca do conteúdo geral de seus programas. Recentemente, com o estabelecimento de governos simpáticos em alguns países em desenvolvimento, como os mencionados ramos do poder militar transnacional, as sociedades multinacionais deslocaram algumas de suas plantas para estes países, onde encontram trabalho barato, matérias-primas e recebem facilidades dos governos locais, como ausência de greves e movimentos políticos, proibidos ou reprimidos por tais governos.

Neste processo as empresas multinacionais introduzem nestes países em desenvolvimento não apenas administração, *design*, *marketing* e financiamentos, mas também tudo o que for necessário no campo da tecnologia e do conhecimento científico. Podem fazer contratos e conceder suporte a grupos específicos em universidades locais em determinados domínios técnicos e científicos, como física do estado sólido, satélites e pesquisa espacial. Mas o trabalho destes grupos estará estritamente ligado aos programas e interesses das universidades e agências públicas no centro do sistema capitalista, conectadas, por sua vez, com as corporações transnacionais. A ciência, desta forma, não é um instrumento de defesa da identidade nacional e dos verdadeiros interesses dos povos do Terceiro Mundo.

E se um observador ingênuo acreditar que o programa espacial norte-americano foi concebido para dar prosseguimento “à revolução intelectual iniciada por Copérnico e levada adiante por Newton e Darwin”, nas palavras de Jastrow

e Newell (1972), convém mostrar-lhe que, segundo os mesmos autores, “os lucros multimilionários que os satélites fornecem à economia norte-americana derivam do emprego dos satélites na prospecção de reservas de minerais preciosos. (...) Neste jogo as apostas são altas”. E os satélites levaram à descoberta de grandes depósitos de riquezas minerais nas regiões de campos e florestas no Brasil, na África Equatorial e no sudeste da Ásia. Os programas de pesquisa espacial nos Estados Unidos são, assim, um outro instrumento de dominação do mercado internacional de comunicações e de descobrimento e exploração de reservas minerais, como na Bacia Amazônica. Já os programas de pesquisa no campo da física do estado sólido, que a maioria dos físicos do Terceiro Mundo considera ser o único tipo de pesquisa física que merece ser estimulado em seus países, por receberem financiamentos e serem facilmente utilizáveis em suas economias, estão em sua maioria ligados a programas das grandes universidades e laboratórios de pesquisas do centro do sistema industrial. Estas pesquisas não contribuem para o progresso do povo que as realiza; são parte das empresas que dominam o país a que pertencem. Eis o que diz o professor Harry Johnson:

A corporação (...) não tem interesse comercial em difundir seus conhecimentos a potenciais competidores nativos, nem muito menos em investir mais do que o suficiente para conhecer as condições locais e meios de adaptar seus próprios conhecimentos produtivos aos fatores locais, preços e condições de mercado. Seu objetivo não é transformar a economia através da exploração de seu potencial (especialmente potencial humano) para o desenvolvimento.⁵

Ciência e dominação

O conceito clássico de desenvolvimento econômico parece, portanto, estar associado à noção de dominação. A divisão do mundo em ricos países industriais e nações em desenvolvimento dominadas parece ter sido essencial para a ideologia do sistema capitalista, uma espécie de Tratado de Tordesilhas sagrado, assinado não pelo Papa, mas pelo próprio Deus. É interessante observar a reação atual dos representantes do sistema contrários ao fluxo de reservas monetárias em direção aos países produtores de petróleo.

Quando ocorre uma mudança significativa contrária àquela divisão, quando se atinge um novo equilíbrio mundial rompendo com a dominação e a injustiça social, a ciência e os métodos educacionais mudam concomitantemente.

Neste meio tempo, se os cientistas e educadores não são capazes de mudar o mundo, ao menos podem – sobretudo os do Terceiro Mundo – contribuir para a análise da situação de seus próprios países e para a melhor compreensão acerca da importância social de seus próprios trabalhos.

Em sua elaboração de manuais para uso dos estudantes de física, é importante que excelentes obras publicadas nos Estados Unidos – as coleções de manuais de física publicadas por Harvard e Berkeley – sejam adaptadas para as condições dos países em desenvolvimento e não simplesmente traduzidas. Assim, o fato de que o volume sobre mecânica do curso de física de Berkeley comece com um conjunto de fotografias de laboratórios de ressonância magnética nuclear, *bevatrons*, radiotelescópios e outras grandes máquinas dos Laboratórios de Pesquisas da ESSO, da Varian Associates, do Australian Information Bureau, da National Aeronautics and Space Administration (NASA), etc., mesmo antes da apresentação

dos vetores, isto não é uma simples contribuição das leis da mecânica. É antes uma propaganda subliminar – talvez involuntária – do aspecto do poder na física, a qual, eventualmente, acaba conduzindo os estudantes dos países em desenvolvimento a um estado de reverência diante da física dos grandes e caros laboratórios norte-americanos, e também à convicção de que para aprender física e compreender as leis da natureza somos obrigados a ir para os grandes laboratórios do exterior e/ou comprar máquinas caras. É como se, portanto, apenas umas poucas pessoas privilegiadas dos países ricos estivessem capacitadas a aprender e utilizar a física.

Devemos, portanto, apelar para que os físicos e professores de física dos países em desenvolvimento critiquem e reescrevam os manuais de física e os métodos de ensino, para transformarem o aprendizado de física em um exercício de conhecimento sobre as leis da natureza – livre de tais propagandas –, ligado aos ideais de liberdade e justiça para todos os homens.

Devemos apelar para que todos os cientistas e professores de ciências dediquem seu trabalho a um significativo aprimoramento da vida dos homens em todos os lugares – e, portanto, a mudarem as condições pelas quais a ciência atual é, em muitos aspectos, um instrumento de dominação nas mãos de forças opressoras em todo o mundo.

Notas

- ¹ Depois da Segunda Guerra Mundial, como se sabe, foram inventadas novas denominações para os países recém-independentes, num gesto de polidez diplomática – nações *subdesenvolvidas*, *menos desenvolvidas* e finalmente *em desenvolvimento* –, mesmo se a relação entre a taxa de

crescimento destes países dominados e a dos países ricos fosse tal que eles deveriam ser denominados *nações subdesenvolvidas*. Ver Leite Lopes, 1968.

- ² A denominação pode enganar aqueles que acreditam que diversas nações, inclusive as subdesenvolvidas, possuem estas companhias. Isto não é verdade; estas empresas possuem filiais em muitos países, mas seu controle e o poder de decisão sobre suas atividades e políticas (bem como sobre seus enormes lucros) estão normalmente concentrados em um só país industrial.
- ³ Citado em Sunkel, 1972.
- ⁴ Ver, por exemplo, Fagen, 1975; Steiner e Trubeck, 1971; Rositzke, 1975.
- ⁵ Citado em Sunkel, 1972.

Referências bibliográficas

- FAGEN, R. E. The United States and Chile: roots and branches. *Foreign Affairs*, 49: 297-313, 1975.
- JASTROW, R.; NEWELL, H. E. The space program and the national interest. *Foreign Affairs*, 50: 532-544, 1972.
- LOPES, J. L. Science for development - a view from Latin America. *Bulletin of Atomic Scientists*, 22: 7-12, 1966.
- LÉVY-LEBLOND, J. M. L'idéologie dans la physique contemporaine. *Les Temps Modernes*, n. 337/338, 1974, p. 2.614-2.664.
- ROZITZKE, H. America's secret operations. *Foreign Affairs*, 53: 334-351, 1975.
- STEINER, H.; TRUBEK, M. D. Brazil: all power to the generals. *Foreign Affairs*, 49: 464-479, 1971.

SUNKEL, O. Big business and "dependencia". *Foreign Affairs*, 50: 517-531, 1972.

VITALE, B. Quelques considérations sur le rôle de la science dans le monde capitaliste. *Fundamenta Scientiae*. Université Louis Pasteur, Strasbourg, n. 14, 2: 1-27, 1974.

UM APELO DOS CIENTISTAS PELOS DIREITOS HUMANOS NA AMÉRICA LATINA*

Um câncer político está se espalhando pela América Latina. Acabou de ocorrer um golpe de estado na República Argentina – um país que durante tantos anos liderou o desenvolvimento econômico e cultural na América Latina. No Brasil, desde 1964, subsequente e sucessivamente na Bolívia, Uruguai e Chile – para não falar do regime que há décadas vigora no Paraguai –, ouvimos os testemunhos de pessoas respeitáveis e de representantes de organizações internacionais, bem como incontáveis matérias na imprensa internacional, segundo os quais os direitos humanos fundamentais foram simples e brutalmente violados.

É falso o antigo mito de que os golpes militares na América Latina se resumiam a disputas de poder entre famílias ou facções das forças armadas. Forças mais sutis e profundas,

associadas ao tipo de economia que grupos poderosos querem implantar nestes países, são a causa destas chamadas revoluções.

Teríamos ficado tão acostumados com estes acontecimentos que passamos a considerá-los simplesmente um objeto diário de leitura nos jornais, simples eventos rotineiros e longínquos, sem relação conosco?

Freqüentemente lemos que os líderes da oposição liberal nesses países foram aprisionados, torturados, seqüestrados e assassinados, que seus corpos foram encontrados mutilados no interior de um carro ou em alguma praia. Podemos apenas especular acerca do destino destes simples operários, líderes sindicais, estudantes, jovens homens e mulheres e todos os outros que também desaparecem mas que não têm a notoriedade necessária para que seus nomes sejam mencionados pela imprensa internacional.

Acabo de ser informado de que cientistas argentinos – tal como antes deles ocorreu no Brasil, Uruguai, Bolívia e Chile – foram demitidos de seus empregos e proibidos de se empregarem em qualquer instituição educacional ou científica no país. Pelo menos 56 homens e mulheres, incluindo biólogos como M. Cerejido, diversos colaboradores de L. F. Leloir, um argentino que ganhou o Prêmio Nobel de Química, e físicos como Mário Giambiagi e sua mulher, M. A. Virasoro, e J. Gallardo, que foi preso, associados ao Conselho Nacional de Pesquisa da Argentina, foram sumariamente demitidos pelo “interventor” do Conselho e pela junta militar.

Conheço pessoalmente o que isto significa, não apenas pela possibilidade de continuação do próprio trabalho intelectual, mas também pelas ansiedades, crises pessoais e familiares que se seguem.

* Publicado no *Bulletin of Atomic Scientists*, dez. 1976, com o título de A Scientist's plea for human rights in South America. Tradução de Fábio Sá Earp.

A solidariedade da comunidade científica internacional é a maior – e talvez a única – ajuda que um cientista nesta situação pode receber.

Eu, pessoalmente, não esqueço a injeção em minha vontade de continuar meu trabalho representada pelas cartas que recebi de colegas dos Estados Unidos, de diversos países europeus e latino-americanos, bem como da generosa hospitalidade que recebi em meu novo país.

Eu apelo aos cientistas para que digam ao General Jorge Videla, chefe da junta militar, que estes atos são incompatíveis com a civilização e com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, e que peçam que estes cientistas sejam reintegrados a seus empregos.

Entre as questões fundamentais envolvidas estão estas:

1 - O respeito aos direitos humanos não é uma condição *sine qua non* para o desenvolvimento da ciência e do pensamento criativo em qualquer país?

2 - Para que finalidade ensinamos, pesquisamos, inventamos mecanismos e criamos novas teorias? Para que tipo de sociedade, para que tipo de desenvolvimento, para que novos valores humanos, para que futuro humano?

3 - Consideramos essencial ao desenvolvimento da América Latina a implantação do *big business* nestes países, em benefício de apenas uma pequena elite? Os que discutem isto – eu sequer falei em protesto – devem se aprisionados, torturados, eliminados? E devem os intelectuais dissidentes ser proibidos de trabalhar, banidos, forçados a se expatriar?

Serão estas questões apenas locais, nacionais, internas? Sugiro que estes problemas são, de fato, *multinacionais*, como as poderosas empresas que dão suporte a estes regimes de força,

que conseguem a maior parte de seus elevados lucros sob estes regimes e que contribuem para divulgar no mundo a falsa imagem de que a situação destes países seria de estabilidade, paz e desenvolvimento rápido.

Paz e liberdade são inseparáveis. E paz não é apenas a ausência de conflito atômico ou clássico entre os países. É também paz para os povos e nações do mundo menos desenvolvido. E paz significa não apenas ausência de guerra nestes países, mas ausência de arbitrariedade, de imposição de ditaduras terroristas e suas conseqüências. Paz significa também, e sobretudo, que as forças armadas nas nações menos desenvolvidas, como em todas as nações, não sejam usadas contra seu próprio povo, como se fossem exércitos de ocupação. Ocupação em nome de quem?

CIÊNCIA E UNIVERSIDADE NO TERCEIRO MUNDO: A EXPERIÊNCIA FRUSTRADA DO BRASIL*

Nos países que hoje se consideram como desenvolvidos, a consciência do valor da pesquisa científica para o avanço da civilização e da cultura sedimentou-se ao longo de lenta evolução. Como coroamento dessa evolução, veremos os homens de Estado e os administradores da coisa pública e privada transformarem a pesquisa científica em objetivo central de suas preocupações, conscientes de que essa pesquisa, através de suas repercussões no plano da tecnologia, constitui fator básico da expansão econômica. A partir da Primeira Guerra Mundial, tornou-se mais evidente a relação profunda do poder econômico e, particularmente, do poder industrial com o poder militar, o que levaria indiretamente à institucionalização da ciência em plano nacional, através da criação de Conselhos de Pesquisas ou órgãos similares na maioria dos países desenvolvidos. De simples atividade criadora no plano

* Publicado no livro *Brasil: tempos modernos*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979; originalmente em francês na revista *Les Temps Modernes*, n. 257, Paris.

individual humano, a pesquisa científica se transformará em elemento integrante das estruturas do poder.

As condições particulares que asseguram o avanço da ciência nos países atualmente desenvolvidos não ocorreram com a intensidade e continuidade necessárias entre os múltiplos povos que formam hoje a família dos subdesenvolvidos. Entre estes, alguns povos criaram complexas civilizações e culturas e lançaram as próprias bases da ciência que hoje conhecemos. Contudo, uma vez estabelecida a desigualdade científica e cultural entre nações, fatores econômicos e políticos tenderam a aumentá-las. E uma vez colocada a pesquisa científica a serviço dos processos econômicos e políticos, fecharam-se os círculos de forças tendentes a agravar as disparidades entre o grupo reduzido de nações industrialmente avançadas e a família imensa dos povos dependentes.

A ciência e a tecnologia tornaram-se, desta maneira, importante fator para a prosperidade de um número limitado de países. Por outro lado, a ausência das condições que estimulam a procura de conhecimento científico — falta de um sistema de educação básica generalizada e de acesso à educação técnica e científica por parte de um número adequado de pessoas — transformou-se em obstáculo à superação do subdesenvolvimento. Por último, como os cientistas, os institutos de pesquisa e as universidades são apoiadas e estimuladas pelo progresso econômico e social dos países a que pertencem, os resultados e benefícios de suas atividades revertem naturalmente para esses países. *A ciência, embora universal, é aplicada, na prática, essencialmente, ao reduzido universo das nações ricas e desenvolvidas.*

Incapazes de obter, adotar e aplicar os resultados das pesquisas científicas em benefício próprio — pois não as praticam —, permanecem os povos subdesenvolvidos e as

riquezas naturais de seus países à mercê das nações desenvolvidas. Tal situação somente se modifica quando se criam estruturas sociais capazes de autopromover o desenvolvimento, isto é, capazes de eliminar as formas anacrônicas de dominação social interna e as relações externas de tipo colonial ou semicolonial.

A exemplo do ocorrido em outros países, no Brasil o desenvolvimento da ciência tem sido o resultado do esforço de um número reduzido de cientistas, muitos deles com estudos no exterior, quase sempre homens dotados de excepcionais qualidades para a pesquisa. A ação desses homens, por suas conseqüências indiretas nos planos social e econômico, tende a conflitar com interesses e atitudes ideológicas dos grupos tradicionalistas dominantes. Esse conflito, que muitas vezes se pretende apresentar como um fenômeno superficial de "incompreensão" da parte dos dirigentes dos países subdesenvolvidos, tem raízes profundas e não deve ser subestimado como obstáculo a todo esforço de modernização dessas sociedades.

No caso do Brasil, as condições particulares do meio tropical puseram em evidência a necessidade de um esforço autônomo no campo da pesquisa médica. Escreve, a este respeito, o sociólogo norte-americano Charles Wagley:

Os brasileiros ricos aprenderam a depender da Europa para praticamente todos os artigos manufaturados, para o que vestiam e até para muito do que comiam. Mas o contágio e a propagação das doenças não podiam permitir por muito tempo às famílias da classe superior tradicional a busca exclusiva de tratamento médico na Europa.¹

Outro fator que atuou na mesma direção foi a necessidade de criar condições profiláticas capazes de atrair a imi-

gração européia. Eliminada a escravidão, em fins do século passado, colocou-se o problema da escassez de mão-de-obra na região em rápida expansão do Sul do País. A imigração européia era a única alternativa, mas para atraí-la surgia a necessidade de combate frontal às chamadas doenças tropicais. Foram então criados institutos de biologia e medicina experimental, independentes das escolas de medicina. Assim, a praga na cidade de Santos foi o fator determinante da fundação do Instituto Butantã de São Paulo, em 1889; a praga e a febre amarela deram lugar à criação do Instituto Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, em 1900, organizado pelo grande coordenador da luta contra essas epidemias, de quem a instituição recebeu mais tarde o nome. E foi em conseqüência de uma praga do café (a broca) que, na mesma época, foi criado o Instituto Biológico de São Paulo. Mesmo nesses domínios, tão diretamente ligados aos interesses dos grupos dominantes, o desenvolvimento científico no País processou-se lentamente. As atividades científicas eram exercidas por muito poucos. Assim escreveu, em 1905, o biologista João Batista Lacerda, diretor do Museu Nacional do Rio de Janeiro:

Em geral, no Brasil, os homens que se dedicam ao estudo e à ciência constituem uma espécie de nobre proletariado, vivendo de minguados vencimentos, que mal chegam para um passadio modesto. Um ou outro, por exceção... conforma-se com esta situação e a aceita sem constrangimento.²

O acesso à educação continua a ser, no Brasil, privilégio de uma pequena fração da população; e as escolas de ensino superior tardiamente fundadas, mal estruturadas em universidades cuja existência é, na prática, meramente formal, não estimulam a formação da atitude científica sociologicamente significativa.

Dentre 1.400 crianças brasileiras, por exemplo, mil entram na primeira série da escola e 396 passam para a segunda. Destas, 169 terminam a quarta série primária; 20 completam a escola secundária – e, talvez, uma dentre as mil crianças iniciais saia graduada pela universidade. Isto é, uma entre 1.400 crianças brasileiras.³

Atraídos pelo trópico desconhecido, alguns cientistas estrangeiros estudaram no século passado a fauna e a flora do País. Foram seus discípulos os cientistas nacionais que continuaram, em condições insatisfatórias, o trabalho científico de que depende uma grande parte da tecnologia de mais alto interesse econômico para o Brasil. A matemática, a física e a química, sem calamidades a debelar, ficaram reduzidas, no século passado, a cursos em escolas profissionais – na Academia Real Militar criada em 1810, transformada depois na Escola Politécnica do Rio de Janeiro; na Escola de Minas de Ouro Preto, fundada em 1875, e na Escola Politécnica de São Paulo, instalada em 1896.

Foi somente depois da Revolução de 1930 que surgiram as primeiras escolas de engenharia química, assim como as faculdades de filosofia, ciências e letras destinadas, estas últimas, a formar professores para as escolas secundárias e, em princípio, a estimular as pesquisas no campo das ciências e das humanidades.

Em todas as sociedades contemporâneas de um certo nível cultural surgem cientistas e homens de saber. Mas a significação social da ciência e da tecnologia depende da ação convergente de certos fatores, entre os quais se destacam a educação elementar e secundária generalizadas, boas universidades e excelentes institutos de pesquisa. Somente assim se consegue assegurar a produção contínua de um número mínimo adequado de cientistas e homens de cultura. Alcan-

çada essa massa crítica, produz-se uma interação com os processos econômicos, em proveito do bem-estar e da elevação do nível de vida do povo. Segundo o recenseamento de 1950, era de 1,15% a percentagem dos trabalhadores brasileiros possuidores de uma educação técnica; e o número de engenheiros no País era de apenas 26 mil, isto é, um engenheiro (ativo, administrador ou apenas possuidor de um diploma) por cada 2 mil habitantes. Para termo de comparação, citemos o número de engenheiros e cientistas trabalhando apenas na indústria nos EUA, em 1957, a saber: 738 mil, dos quais 528 mil engenheiros, 152 mil cientistas e 58 mil administradores especializados nesses domínios.

A “ajuda” dos Estados Unidos

Nesse ambiente de pobreza de recursos e de inexistência de apoio dos grupos dirigentes, passou a atuar a poderosa influência financeira e política de organizações públicas e privadas norte-americanas. Com efeito, em face da importância crescente da pesquisa encomendada ou estimulada pelos ministérios militares dos Estados Unidos, o Exército e, sobretudo, a Marinha e a Força Aérea desse país foram levados a criar departamentos de pesquisa independentes, que distribuem auxílio financeiro substancial aos centros científicos e universitários, assim como aos cientistas, não só daquele país como do exterior. Em certos países, além do adido científico da Embaixada Norte-Americana – que desempenha função sobretudo de relações públicas – encontram-se adidos ou conselheiros militares com a verdadeira função de coordenadores dos programas de ajuda aos institutos científicos e universidades locais.

Extrapolados de uma necessidade de emergência durante a Segunda Grande Guerra Mundial, o contrato e o

patrocínio de pesquisas científicas por parte de organizações militares norte-americanas passaram a ampliar-se e a adquirir características inteiramente novas, estendendo-se aos países do Terceiro Mundo. Uma tal situação não poderia deixar de contribuir para a deformação da mentalidade e mesmo da lealdade de alguns homens de ciência desses países, em geral desprovidos de um programa de mobilização de recursos próprios para a ciência e a educação. Em discurso perante o Senado norte-americano, nos dias 9 e 10 de maio de 1966, o senador Robert F. Kennedy referiu-se à desmoralização que tem ameaçado as universidades norte-americanas e seus professores no estrangeiro, em virtude da revelação da existência de projetos de estudo secreto encomendados pelas Forças Armadas daquele país a algumas dessas universidades, tais como o chamado Projeto Camelot; referiu-se ainda à revelação de que a Universidade de Michigan serviu de cobertura à ação da Central Intelligence Agency (CIA) no Vietnã, bem como ao fato de que o Centro de Estudos Internacionais do Massachussets Institute of Technology (MIT) foi fundado em parte com recursos financeiros da CIA. Eis um trecho desse discurso do Sr. Robert Kennedy:

Em grande parte, nós, do Parlamento, somos responsáveis por esta situação. Camelot foi realizado pelo Exército porque muito mais recursos para a pesquisa são voltados para o Exército do que para o Departamento de Estados ou para a Agency for International Development (AID) ou para outras instituições não-militares. O mesmo racionamento de recursos para a pesquisa para as agências não-militares foi também a causa da doação de fundos ao MIT pela CIA.⁴

Para os homens de ciência, assim como para todas as pessoas do Terceiro Mundo, admiradoras dos cientistas e das

universidades dos Estados Unidos e das qualidades fundamentais de seu povo dinâmico e inventivo, não podem deixar de ser motivo de grande preocupação os aspectos militarizantes de que se revestem a ciência e a tecnologia naquele país, e a dependência cada vez maior de universidades e cientistas de outros países em relação a tais organizações militares patrocinadoras da pesquisa. Mas nem o próprio senador Robert Kennedy parece dar-se conta do desejo dos povos do Terceiro Mundo – e dos seus homens de cultura e de ciência – de um desenvolvimento sem perda de identidade nacional, sem perda nem abdicação do poder de decisão, de um desenvolvimento sem imposições, controles nem denominações de caráter neocolonialista. Pois, o senador Kennedy afirmou: “I support the new policy which gives to the State Department, and to the Ambassador in each country, control over U. S. government-sponsored research abroad”. (Apóio a nova política que *confere* ao Departamento de Estado, e ao *embaixador em cada país*, o controle sobre a pesquisa realizada no exterior sob os auspícios do governo norte-americano). Resta-nos saber se as pesquisas que se realizam nas universidades e institutos científicos dos países que recebem auxílio do governo norte-americano para a ciência e a tecnologia são consideradas como pesquisas “patrocinadas” pelo referido governo. Aceita tal tese, os países do Terceiro Mundo ter-se-iam transformado em simples elementos do programa de desenvolvimento científico e tecnológico do governo dos Estados Unidos.

Por outro lado, formam-se grupos de estudo e mesmo institutos, nos Estados Unidos, para estudar qual a melhor maneira de vender tecnologia e quais os tipos de tecnologia que, a seu ver e de acordo com seus interesses, devem ser vendidos, inclusive práticas e métodos educacionais. Em 1956, vendiam-se reatores, denominados átomos para a paz, a países

do Terceiro Mundo, mesmo quando não havia técnicos em tais países para operá-los e mesmo que as necessidades do país em educação, em todos os níveis, fossem de outra ordem. Paralelamente, e em detrimento da formação de cientistas e de engenheiros em vários ramos da tecnologia necessários a tais países, proliferavam os cursos de engenharia nuclear, dotados de equipamentos da última moda, a serem vendidos pelas indústrias atômicas dos países avançados em competição mútua, enquanto permaneciam sem estímulo os esforços para reforma das universidades e dinamização da pesquisa científica local. Em seguida, veio a necessidade de bases para estudos espaciais de interesse dos países avançados e, em consequência, o aumento das dotações dos governos dos países subdesenvolvidos escolhidos para tais bases, para as denominadas atividades espaciais, em detrimento dos esforços para a educação de base e para o aperfeiçoamento das universidades. Por último, surgiu uma nova indústria em países avançados, a saber a de novos livros de texto e novos equipamentos para um ensino científico renovado, concebido fora da realidade social e cultural dos países subdesenvolvidos.

A ciência e a universidade

A fim de vender esses produtos para que a nova "indústria" do ensino científico (a exemplo da Educational Services Incorporated, nos Estados Unidos) tivesse mercado nos países subdesenvolvidos, a muitos pareceu necessário que se destruíssem nos referidos países as universidades com gozo de autonomia e dotadas de equipes de intelectuais e cientistas capazes de, por seus trabalhos e suas pesquisas, estimularem o não-conformismo das novas gerações.

No último decênio, tomou corpo em vários países da América Latina um movimento promovido por seus intelectuais e cientistas mais representativos, no sentido de dar novos rumos às suas universidades, reformá-las e reorganizá-las com o objetivo de, ao mesmo tempo, atualizá-las em relação ao extraordinário progresso da ciência e da tecnologia no mundo avançado e de estudar as necessidades regionais com critérios objetivos e sem a deformação dos interesses externos. Assim foram reorganizadas, há dez anos, as universidades argentinas, com a modificação e modernização do sistema de escolha dos professores, que permitiu a constituição de grupos de jovens pesquisadores e professores, dedicados à investigação e à formação de técnicos, cientistas e profissionais para os estudos dos problemas do país. Em outros países, como o Chile, a Venezuela e a Colômbia, fortaleceu-se o regime da autonomia universitária, criaram-se faculdades de ciências e institutos de pesquisas. No Brasil, impulsionado pelos estudantes e pelos cientistas e intelectuais dedicados ao progresso independente desse país, tomou corpo o movimento pela reforma da universidade. Com o concurso de homens de ciência, economistas, sociólogos e artistas estudou-se, durante cerca de cinco anos, a organização da Universidade de Brasília. Destinada a servir de modelo às demais instituições universitárias do país, foi ela estruturada em institutos centrais encarregados da pesquisa e do ensino das disciplinas fundamentais da matemática, da física, da química, das ciências biológicas, das ciências da Terra, das ciências humanas e das artes, de tal sorte a evitar a duplicação de laboratórios e a instalação dispendiosa das tradicionais faculdades de ciências, escola politécnica, etc. Desses institutos saíam os estudantes para as faculdades profissionais de tecnologia, de medicina, agricultura e outras similares. Nos

institutos, entretanto, o ensino não seria uniforme, mas diversificado de acordo com a especialização a que se destinassem os estudantes. Aí também se realizariam os estudos de aperfeiçoamento, pós-graduação e doutoramento nas ciências básicas. Para isto, adotou-se como critério fundamental a realização de pesquisas, continuamente, por parte dos professores e auxiliares da universidade. O contato do pessoal de ensino e pesquisa, em contraste com pernicioso tradição latino-americana, seria feito à base dos trabalhos realizados e publicados, do *curriculum vitae* científico e especializado e em regime de tempo integral.

É claro que estas universidades assim instaladas ou reformadas dariam, como deram, lugar a um novo pensamento no continente latino-americano, no sentido de um estudo mais aprofundado de sua realidade, de uma investigação dos obstáculos ao genuíno desenvolvimento econômico. Sentiu-se, ao mesmo tempo, a necessidade de maior conhecimento e intercâmbio entre as universidades e institutos científicos da região; surgiram, assim, os primeiros embriões para uma integração latino-americana sem tutela nem opressão de interesses imperialistas.

É conhecido da opinião pública mundial o que aconteceu em vários países-chave, nos últimos anos. Primeiramente, no Brasil, a partir de 1964, instalaram-se comissões de inquérito policial-militar em quase todas as universidades e institutos científicos e de altos estudos. Foram presos e demitidos inúmeros professores e estudantes, com base em acusações de "subversão". Na Universidade de Brasília, após um primeiro expurgo em 1964, um novo reitor, nomeado em 1965, formou uma lista de professores a serem sumariamente demitidos, o que deu lugar ao pedido de demissão da quase totalidade dos professores e assistentes da mesma

universidade, criando-se uma crise sem precedentes na história das instituições de ensino superior brasileiras. Em seguida, como se os processos se encadeassem em obediência a um plano elaborado por organismos ou poderes superiores, a opinião pública mundial viu o desenrolar de acontecimentos similares nas universidades líderes de outros países do continente; nas universidades argentinas, em 1966, algumas das quais, como aconteceu em Brasília, foram invadidas por tropas-militares, o que deu lugar ao pedido de demissão em massa de eminentes professores e cientistas argentinos e sua emigração para outros países; na Colômbia onde a suspensão da autonomia universitária foi decretada pelo Executivo; na Venezuela, cuja Universidade Central de Caracas foi também invadida e ocupada por tropas policiais-militares, foram cassadas a inviolabilidade territorial e a autonomia universitária.

Assim, nos países da América Latina, parece que se procedeu a um trabalho sistemático de destruição dos centros universitários capazes de contribuir para um estudo dos verdadeiros problemas da região, capazes de desencadear um movimento em favor de um progresso econômico, científico e cultural desses países, de uma cultura latino-americana integrada nos valores universais, mais voltada para a defesa dos legítimos interesses de identificação e soberania nacional de seus povos.⁵

A ciência e o Estado

Depois da Segunda Guerra Mundial, realizou-se no Brasil um apreciável esforço de industrialização. De 1949 a 1959, a produção industrial do País triplicou e ganhou profundidade em indústrias de base.

Em 1951, o Congresso brasileiro aprovou a lei que possibilitou a criação do Conselho Nacional de Pesquisas diretamente subordinado ao Presidente da República. Graças a essa instituição, cientistas anteriormente obrigados a ter pelo menos dois empregos mal remunerados puderam obter auxílio e complementação de salário, de modo a poderem dedicar-se ao trabalho científico em apenas uma instituição. Pela primeira vez, universidades e institutos científicos brasileiros puderam obter recursos para programas específicos de pesquisa, da parte do Conselho Nacional de Pesquisas, que veio assim suplementar os sempre deficientes recursos distribuídos a essas instituições pelos ministérios correspondentes. Ao mesmo tempo, iniciou-se um pequeno programa de bolsas para aperfeiçoamento no País e no exterior enquanto algumas novas escolas de engenharia eram criadas.

Depois de 1960, entretanto, tornou-se evidente que o progresso alcançado e as medidas tomadas não eram suficientes para atender às necessidades da população em contínuo crescimento.

Assim escreveu o professor da Sorbonne, Pierre George:

Em 1955, o Brasil produziu menos de 3 milhões de toneladas de petróleo; esta cifra elevou-se, em 1963, a 5 milhões de toneladas. Mas os coeficientes relacionados à população ou à área do País permaneceram insignificantes. O Brasil necessitaria de 20 ou 39 milhões de toneladas de cimento, 15 a 20 milhões de toneladas de aço por ano, para suprir, a uma taxa razoável, o seu território e os seus serviços. Menos de um quinto dessas exigências é produzido.⁶

A industrialização, baseada numa substituição de importações, não conservou seu ritmo inicial de crescimento. E, sobretudo, as empresas industriais no Brasil, em sua maio-

ria, sendo filiais de firmas e corporações estrangeiras, definem suas políticas nem sempre tendo em conta os interesses reais da nação. Por isso mesmo, a influência de tais empresas no desenvolvimento da ciência pura e aplicada no Brasil tem sido praticamente nula. Na verdade, essas empresas possuem seus próprios laboratórios de pesquisa, em seus países de origem — e lá financiam universidades e institutos científicos —, dos quais recebem as últimas invenções e novos produtos. Não estão, portanto, interessadas em estimular os laboratórios e universidades locais dos países em que operam — aqueles laboratórios e aquelas universidades dotadas de autonomia e capazes de elaborar programas para atender às autênticas reclamações da população. Contentam-se essas empresas em empregar um número mínimo de técnicos exigidos pela legislação do país, e alguns advogados, engenheiros e militares reformados, escolhidos entre grupos politicamente importantes do país, como associados administrativos. Assim, surge uma conjugação de interesses entre tais empresas e os grupos dominantes locais que está longe de favorecer o desenvolvimento da educação, da ciência e da tecnologia no país.

Não é por acaso que as instituições de educação superior nos países subdesenvolvidos são quase todas criadas e mantidas pelo Governo. Em geral, as empresas puramente nacionais desses países não têm fundos necessários para investimento em setores que não lhes tragam proveito imediato. E quando tais fundos existem, falta, em geral, aos industriais desses países, a devida informação sobre os resultados, a longo prazo, de investimentos significativos na educação e na pesquisa científica. Por outro lado, inexistente uma legislação fiscal capaz de estimular a aplicação de fundos privados na pesquisa.

Explica-se, assim, porque as indústrias nacionais dos países subdesenvolvidos utilizam, quase com exclusividade,

conhecimentos científicos e técnicas importados, em geral sob a forma de aluguel de patentes. A pesquisa científica e tecnológica, origem última de tais indústrias, é, assim, realizada no exterior. Dessa forma, os industriais nativos do país subdesenvolvido não sentem necessidade de estimular a pesquisa científica e a descoberta tecnológica em seus próprios países. Esta situação tende a transformá-los em sócios menores de filiais de empresas estrangeiras.

Cabe, portanto, concluir que somente o Estado está em condições de assegurar a realização de programas educacionais e de manter as universidades e institutos científicos das nações subdesenvolvidas. Abrir mão do poder de decisão em tão fundamental campo do desenvolvimento econômico — para não sair do contexto do que é examinado neste artigo — é equivalente a submeter à tutela de forças externas o destino da nacionalidade. E a integração latino-americana, tão necessária ao desenvolvimento regional, não pode ser levada a sério enquanto se basear na integração de filiais de indústrias, nos vários países do continente, comandadas por poderosas empresas localizadas no exterior.

A ciência e a indústria

Naturalmente, admitindo-se que o governo de um país subdesenvolvido seja aconselhado por seus cientistas a adotar uma política de manutenção e estímulo às universidades e à pesquisa científica e à cultura, paralelamente a um indispensável programa de educação básica intensiva — e esta hipótese não se realiza muito freqüentemente —, ainda permanece uma dificuldade fundamental, a saber, *a utilização dos cientistas do país pelas indústrias locais*. Se estas indústrias operam na base dos trabalhos científicos e tecnológicos realizados no exterior,

está claro que os cientistas locais não terão muita oportunidade de emprego em hipotéticos laboratórios de pesquisa das organizações industriais nos países em que operam. Este único fato pode, talvez, ajudar-nos a compreender por que, num país como o Brasil, com uma população de mais de 80 milhões de habitantes, somente cerca de 500 bolsistas, em 1963, foram mantidos pelo Conselho Nacional de Pesquisas para estudo no País em todos os campos da ciência e da tecnologia, enquanto, no mesmo ano, apenas *dois* bolsistas em Agronomia, *sete* em Química e *um* em Geologia foram enviados pelo mesmo organismo para aperfeiçoamento no exterior. E se o número total de bolsistas no estrangeiro foi de 86, em 1956, o número correspondente em 1961 decaiu para 30.

Este declínio, entretanto, não é um fato isolado na recente evolução do País. Pois é claro que um desenvolvimento, a uma taxa razoável, da ciência nos países subdesenvolvidos, não pode ter lugar sem a remoção dos fundamentais obstáculos políticos, sociais e econômicos que impedem o desenvolvimento em geral. Se não forem acompanhados de uma política nacional de desenvolvimento econômico intensivo, os programas educacionais darão lugar, em última análise, à emigração de cientistas e técnicos dos países menos desenvolvidos para os mais avançados — paralelamente à exportação de matérias-primas (café, algodão, cacau, minérios de ferro) como base de sua economia. Programas e políticas de integração da economia com a educação, a cultura e a ciência só podem ser formulados por governos nacionais representativos das aspirações da maioria da população: a elevação constante de seu nível de vida juntamente com a afirmação de uma cultura nacional, integrada na cultura universal, mas sem perda de suas características e valores próprios. Se, ao contrário, os planos adorados pelos governos de tais países são voltados, sobretudo,

para a proteção de interesses de grupos privilegiados e procuram submeter os interesses nacionais aos de grupos e governos estrangeiros, tais planos não poderão refletir as aspirações nacionais, e os governos que os formulam só poderão se manter no poder fugindo ao sistema democrático da livre escolha dos dirigentes.

Infelizmente, os cientistas, tanto nos países ricos como nos pobres, não são habituados nem estimulados a discutir tais problemas. Atraídos – os homens de ciência dos países avançados – pelos cruciais problemas da guerra e da paz e pela busca de novas fórmulas para a *coexistência* pacífica entre as grandes potências, as questões relativas à *sobrevivência* das nações menos desenvolvidas, às delicadas relações entre as economias poderosas dos países adiantados e às aspirações nacionais dos povos subdesenvolvidos – o ideal humano de um nível de vida decente para estes últimos – são ignoradas ou deliberadamente afastadas pelos cientistas de quase todo o mundo. Há, entretanto, um despertar de interesse e de compreensão das mudanças que se operam atualmente nas relações entre os países desenvolvidos e os do Terceiro Mundo. Uma tal análise, para o caso da América Latina, foi realizada pelo economista Celso Furtado. Em suas palavras:

A partir do momento em que se define a “segurança” dos Estados Unidos como incluindo a manutenção do *status quo* social na região latino-americana, é perfeitamente claro que a autonomia dos países dessa região (admitindo-se que os povos e os Estados da América Latina não se confundem com ocasionais estruturas de poder) para superintender o próprio desenvolvimento fica reduzida a pouca coisa. Está implícito nessa doutrina que as decisões de caráter fundamental deverão ser tomadas num plano mais alto, provavelmente no centro político da esfera de influência,

ou em algum órgão “supranacional”, cujo poder efetivo constitui simples delegação daquele centro político. Sendo assim, é perfeitamente natural que se procure indagar qual o tipo de “desenvolvimento” que os Estados Unidos preconizam para a América Latina... Se bem que não exista unanimidade sobre todos os aspectos desse complexo problema, pelo menos com respeito a um ponto já existe uma doutrina perfeitamente firmada nos Estados Unidos. Este ponto é o de que cabe às empresas privadas norte-americanas um papel básico no desenvolvimento latino-americano e que a execução da política de “ajuda” dos Estados Unidos deve ser principalmente por intermédio dessas empresas.⁷

Operando na América Latina e em outras áreas do Terceiro Mundo com uma série de privilégios – que recebem dos governos locais –, isentas do controle das leis antitruste, em vigor no território dos Estados Unidos, mas protegidas pela *umbrella* política e militar daquela poderosa nação, as grandes empresas norte-americanas transformam-se necessariamente em superpotências na maioria dos países do Terceiro Mundo. A análise anterior nos conduz a uma conclusão imediata: uma tal política de “ajuda” ao desenvolvimento é contrária ao genuíno crescimento da pesquisa científica e tecnológica na América Latina e no Terceiro Mundo em geral. Pois é perfeitamente claro que as grandes corporações privadas estrangeiras não multiplicarão seus laboratórios de pesquisas nos países em que operam: são os laboratórios do país-sede e seus cientistas que deverão assegurar novas idéias e novos produtos, assim como seu controle monopolístico. Sem empregos em seus próprios países, os cientistas do Terceiro Mundo terminarão por emigrar para os países avançados. E as poucas universidades independentes dos países subdesenvolvidos, dotados de algumas equipes excelentes de pesquisadores, se vêem destruídas por alegadas

razões de “segurança” completando-se, desse modo, a evasão dos poucos cientistas capazes para as grandes universidades norte-americanas e européias.

A grande maioria dos cientistas e administradores de nações desenvolvidas, mesmo os mais liberais, continua a sustentar a tese de que os países subdesenvolvidos devem limitar-se a comprar (como num supermercado) as tecnologias e os equipamentos necessários a seu desenvolvimento. Ignoram assim, ou fingem ignorar, que defendem a manutenção da dependência dos países do Terceiro Mundo em relação aos avançados, dessa vez não mais com vice-governadores ou tropas de ocupação, mas através da dependência mais sutil do conhecimento científico, das tecnologias aperfeiçoadas e, até, de manuais de ensino e métodos de educação elaborados nas universidades e laboratórios das novas metrópoles.

Ao lado da compra óbvia de certas técnicas e produtos imediatos — não se recomendaria a redescoberta do automóvel ou da televisão —, só o florescimento da pesquisa científica e tecnológica nos países do Terceiro Mundo, por seus próprios cientistas e educadores, em suas universidades e institutos, dotados de poder de inventividade científica e de decisão política, em favor de seus povos, e só a autonomia técnico-científica podem assegurar o desenvolvimento econômico que conduza ao bem-estar generalizado das populações dos países do Terceiro Mundo. Não basta receber ou comprar o pão; é essencial aprender a plantar e cultivar o trigo.

Conclusões

O reconhecimento do papel fundamental da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento econômico é recente e

é a base da revolução científica que se realiza atualmente nos países superdesenvolvidos.

As nações subdesenvolvidas não podem deixar de adotar, com urgência, um programa de educação básica generalizada, de manutenção e estímulo às universidades e à pesquisa científica e tecnológica, como parte integrante dos planos de expansão econômica e afirmação nacional.

A utilização da ciência e da tecnologia para um mais rápido desenvolvimento dos países do Terceiro Mundo não pode limitar-se a uma importação passiva de conhecimento e técnicas elaboradas e patenteadas no exterior. A ciência e a tecnologia devem ser estimuladas a florescer dentro desses países, em cooperação com as universidades, institutos e cientistas de todo o mundo, mantidos, entretanto, a autonomia política e o poder de decisão em conformidade com os interesses nacionais de seus povos.

Compete aos governos dos países do Terceiro Mundo tomar as medidas indispensáveis para que não emigrem para as universidades dos países ricos os cientistas, engenheiros e homens de cultura, não pelo emprego de força ou recusa de liberdade de locomoção, mas pelo estímulo oferecido ao trabalho em seus próprios países.

A recusa, por parte das grandes empresas industriais estrangeiras, de abrir laboratórios de pesquisas nos países do Terceiro Mundo é uma evidência a mais contra a aceitação da política de “ajuda” ao desenvolvimento, com base na operação de tais companhias privadas.

Como poderão essas questões ser levadas ao conhecimento dos governos e da opinião pública dos países do Terceiro Mundo? Pois é claro que os líderes políticos e ho-

mens de governo, em toda a parte, não possuindo, em geral, formação científica, não estão inteiramente informados acerca dos principais aspectos desse complexo problema. A resposta à pergunta não é, entretanto, difícil: a responsabilidade fundamental de dar as informações necessárias à opinião pública de seus países recai nos ombros dos cientistas das próprias nações do Terceiro Mundo. Desta responsabilidade nenhum deles pode proclamar-se isento. A dificuldade atual, porém, reside no fato de a maioria de tais cientistas – muitas vezes para evitar dificuldades na obtenção de recursos para as suas pesquisas – preferir evitar tais discussões e racionalizar, proclamando obediência ao ideal superior de trabalhar pela humanidade, sem distinção de fronteiras nem nacionalidades. Mas, para qual humanidade? Certamente não aquela que sofre os horrores de escaladas e de uma guerra crônica, embora silenciosa, a da ignorância, da fome e da miséria. A recusa da parte dos cientistas do Terceiro Mundo em participar de uma tal discussão constitui mais um obstáculo que bloqueia o acesso da grande maioria da humanidade aos frutos e conquistas da civilização moderna.

Notas

- ¹ WAGLEY, C. *Social change in Latin America today*. New York: Randon House, 1960, p. 179
- ² MARTINS, T. A biologia no Brasil. In: AZEVEDO, F. *As ciências no Brasil*. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, v. 2, 1994, p. 254.
- ³ KENNEDY, R. F. The alliance for progress: symbol and substance. *Bulletin of the Atomic Scientists*, nov. 1966.

- ⁴ *Bulletin of the Atomic Scientists*, nov. 1966, p. 31.
- ⁵ Ver o artigo de James Reston. The CIA and the universities. *New York Times*. Paris, 20/2/67; e o editorial Subversion by CIA, mesmo jornal, 21/2/67.
- ⁶ GEORGE, P. In: *Panorama du monde actuel*. Paris: PUF, 1965, p. 219.
- ⁷ FURTADO, C. *Subdesenvolvimento e estagnação na América Latina*. Rio de Janeiro: [s.n.], 1966, p. 41.

A CIÊNCIA E A CONSTRUÇÃO DA SOCIEDADE NA AMÉRICA LATINA*

Qual é a nossa imagem física do mundo atual? O quanto foi adquirido ao longo da história?

Qual é a importância da pesquisa científica e da criação cultural para o desenvolvimento das atuais sociedades avançadas?

Quais são os problemas atuais e as perspectivas para a aplicação da ciência e da tecnologia para promover o desenvolvimento adequado não apenas nos países menos desenvolvidos, mas também nas nações industriais avançadas?

O objetivo da ciência e da tecnologia é libertar o homem ou contribuir para um mundo governado pela repressão dos poucos ricos sobre os muitos pobres?

* Publicado originalmente em *Challenges to the Enlightenment*: in defense of reason and science. KURTZ, Paul; MADIGAN, Timothy J. (org.). Buffalo, New York; Prometheus Books, 1983; com o título de *Science and the making of society in Latin America*. Tradução de Fábio Sá Earp.

Estas são as questões que precisamos estudar e tentar responder se quisermos formular propostas significativas para o desenvolvimento harmonioso das sociedades humanas, de acordo com sua herança cultural e identidade nacional no atual mundo em mutação.

A imagem física do mundo

Como se sabe, a especulação acerca da estrutura do universo sempre esteve incluída nos modelos cosmogônicos e nos sistemas filosóficos desenvolvidos pelas civilizações antigas.

Na Ásia, na África e na América Latina as antigas sociedades conseguiram façanhas soberbas – em sua abordagem mítica ao estudo da natureza, em seus monumentos culturais, em sua ingenuidade artística e tecnológica, em suas observações astronômicas, na filosofia do espaço, do tempo e da matéria e na vida que criaram e que refletiu seus modos de interação com o mundo.

Como todos sabem, foram os filósofos atomísticos da Grécia Antiga que talvez tenham exercido a maior influência sobre a moderna concepção de universo.

Séculos antes dos gregos, já babilônios e egípcios registravam observações dos movimentos do Sol e da Lua em relação às estrelas fixas e sabiam prever eclipses lunares e solares. Mesmo que os gregos assimilassem os corpos celestes aos deuses, Anaxágoras propôs que o Sol parecia uma pedra rubra e quente, enquanto a Lua era feita de material semelhante ao da Terra. Os pitagóricos, no final do século V a.C., afirmaram que a Terra era esférica; Aristarco de Samos, no III século a.C., descobriu o sistema copernicano completo e, segundo Ptolomeu, em 200 a.C. Eratóstenes calculou a distância máxima entre a Terra e a Lua e a distância mínima entre o Sol e a Terra.

Abu 'Ali al-Husayn ibn 'Abd-Allah ibn Sina, conhecido como Avicena, filósofo, codificador de Aristóteles e um dos que preservaram e contribuíram para a transmissão da cultura grega, disse que o tempo é a medida do movimento.¹ No *Rasail*, uma enciclopédia de 51 tratados conhecida como o *Corão anterior ao Corão*, pode-se encontrar a lista das distâncias até os planetas (em função do raio da Terra) e os tamanhos dos planetas; lá está dito que o espaço é "a forma abstrata da matéria que existe apenas na consciência".² Mas quantos documentos foram perdidos e destruídos, como aconteceu, por exemplo, com a destruição das magníficas civilizações pré-colombianas com as invasões espanholas no México e nas Américas Central e do Sul?

Depois que esses sistemas foram esquecidos na decadência da Antiguidade, a cristandade medieval construiu sua imagem do mundo. Como está dito no *Paraíso*, de Dante, a Terra é o centro do Universo, o diabo está no centro da Terra e os céus consistem em dez esferas concêntricas. Tudo o que está sob a Lua está sujeito à corrupção e à decadência; tudo o que está acima da Lua é indestrutível. "Deus, o Motor Imóvel aristotélico, provoca a rotação do *Primum Mobile*, o qual, por sua vez, transfere este movimento à esfera das estrelas fixas e assim por diante, para baixo, até a esfera da Lua."³

A grande revolução científica em astronomia e física veio muito depois dos gregos, nos séculos XVI e XVII, com as obras de Galileu e Newton, que construíram as primeiras imagens científicas do Universo.⁴ Newton, descobrindo as leis de movimento dos corpos, a partir de nossa experiência cotidiana e generalizando tais leis a todos os corpos do Universo, bem como inventando o cálculo infinitesimal necessário para esta obra, construiu a primeira grande síntese e esta – em última análise correlacionando fatos e idéias aparen-

temente estranhos entre si – tornou-se o alvo da moderna ciência: a queda da maçã de uma árvore; o movimento da Lua em torno da Terra; o movimento dos corpos celestes sob a ação da gravitação universal. Einstein escreveu em sua biografia:

No princípio (se é que existe tal coisa) Deus criou as leis de movimento de Newton juntamente com as massas e forças necessárias. Isto é tudo; cada coisa que vem depois disto deriva do desenvolvimento dos métodos matemáticos apropriados através da dedução. O que o século XIX produziu a partir desta base, especialmente a partir da aplicação de equações diferenciais parciais, provoca a admiração de qualquer pessoa esclarecida.⁵

Depois da mecânica newtoniana de ação à distância, a noção de campo foi introduzida na física, sobretudo através dos trabalhos de Faraday e Maxwell em eletromagnetismo, o que culminou em outra grande síntese, unificando os domínios da ótica, da eletricidade e do magnetismo. O que fez a teoria de Maxwell "parecer revolucionária", escreveu novamente Einstein,

foi a mudança das variáveis fundamentais, de forças à distância para campos. Nesta conexão não posso omitir a observação de que a dupla Faraday-Maxwell demonstra uma substancial semelhança à dupla Galileu-Newton – a mais antiga delas intuindo as relações, a mais recente formulando com precisão e as aplicando quantitativamente.⁶

No final do século XIX, a descoberta do elétron e do próton deu origem a diversas questões fundamentais que conduziram, por um lado, à descoberta do *quantum* por Planck, em 1900, e, por outro, ao desenvolvimento da teoria da relatividade por Einstein, em 1905.

Quando se olha para o desenvolvimento passado da física, percebe-se que esta pode ser descrita como um desenvolvimento constante com muitos pequenos degraus, aos quais se superpõem alguns grandes saltos. Naturalmente são estes grandes saltos que contêm as características mais interessantes deste desenvolvimento. O *background* do desenvolvimento contínuo é sobretudo lógico, as pessoas trabalham sobre as idéias que se originam do estado do conhecimento anterior segundo os métodos padrão. Mas então, quando temos um grande salto, significa que algo totalmente novo foi introduzido. Estes grandes saltos geralmente consistem em superar um preconceito.⁷

O físico inventivo se sente na obrigação de questionar estes preconceitos e substituí-los por uma imagem da natureza totalmente diferente.

Einstein realizou um destes saltos em seu trabalho sobre a teoria geral da relatividade, construindo uma grande síntese de idéias aparentemente desconexas: o preconceito da simultaneidade absoluta foi questionado, analisado e substituído por uma nova concepção de espaço físico, uma nova entidade na qual os tradicionais espaço tridimensional e tempo foram fundidos de forma a constituírem uma diversidade de quatro dimensões, em consequência de que o novo espaço gera tempo, a energia pode gerar *momentum*, a energia é equivalente à massa e os campos elétrico e magnético são aspectos da mesma variável subjacente, o campo eletromagnético.

Mais ainda, um novo conceito, o de *superlei*, foi introduzido por Einstein na física, com seu conceito de relatividade. Postulando que as leis da física devem ser independentes do estado (retilíneo e uniforme) de movimento do observador, de sua posição no espaço e do tempo no qual

realiza sua observação, Einstein formulou uma proposição geral que deve ser satisfeita pelas equações da física. Se uma lei física ordinária expressa uma relação entre variáveis associadas a fenômenos e eventos, o princípio da relatividade postula como tal relação deve se expressar e como não deve; matematicamente o princípio da relatividade postula, como se sabe, que as leis físicas devem ser invariantes sob um certo grupo de transformações, o grupo de Poincaré. Talvez esta seja a mais precisa e profunda realização do objetivo – ou desejo – de tornar o conhecimento científico impessoal, independente do físico que faz as observações experimentais. Este também é o caso da proclamação dos postulados absolutos – as leis de invariância –, assim como da relativização da noção de medida, dos valores de comprimento, volume, intervalo de tempo e energia do sistema físico, por exemplo, como números que dependem do sistema de referência na qual se realiza a medida.

Foi ainda Einstein quem descobriu, depois de dez anos de pesquisas, a teoria relativista da gravitação, uma das mais belas – se não a mais bela – construções da física teórica em todos os tempos. Construindo a nova síntese, que generalizou a teoria da gravitação de Newton, Einstein identificou o campo gravitacional com o tensor do espaço métrico, o espaço físico tal como descrito pelas leis da geometria riemanniana. Os instrumentos desta geometria levaram Einstein a inventar sua equação do campo gravitacional – uma equação baseada na noção de que a matéria afeta a curvatura do espaço-tempo e que o espaço-tempo age retroativamente sobre a matéria e determina a natureza de seu movimento: um conceito revolucionário que destrói a antiga noção herdada de Leibnitz, de que o espaço era um cenário passivo onde ocorriam os eventos, sem afetá-los.⁸

Foi sobretudo sua invenção da teoria relativista da gravitação que levou Einstein a formular sua concepção acerca da gênese do conhecimento científico na física: o conceito e as leis que relacionam estes conceitos entre si podem ser descobertos por meios de simples construções matemáticas, e fornecem a chave para a compreensão dos fenômenos naturais. As experiências podem sugerir qual a matemática apropriada, mas esta não pode ser deduzida daquelas. A experiência, naturalmente, permanece como o único critério válido para julgar a utilidade que uma teoria matemática pode ter para a física. Mas “os conceitos e os princípios são invenções livres do intelecto humano, não podendo ser justificados *a priori*, nem pela natureza deste intelecto nem por nenhuma outra maneira”.⁹

Esta concepção epistemológica do trabalho científico, de um caráter por assim dizer anti-baconiano, encontra-se, aliás, desde Newton, Lagrange, Hamilton até Einstein, De Broglie, Heisenberg, Dirac.

A física foi dominada, nos últimos cinquenta anos, pela descoberta e desenvolvimento da teoria que descreve os fenômenos atômicos – a mecânica quântica – bem como a pesquisa dos componentes últimos da matéria, as chamadas partículas elementares.

Foi apenas no início do século XVIII que a hipótese atômica – adiantada pelos filósofos gregos – perdeu seu caráter metafísico e teológico. Demócrito, no século IV a. C., afirmou que “as únicas coisas existentes são os átomos e o vácuo; esta é minha opinião”; e assim avançou a importante noção de que a complexa variedade de corpos e fenômenos resultava do movimento e das interações entre partículas invisíveis e indivisíveis, os átomos, que, simplesmente, “obedeciam” a leis. O próprio Newton escreveu:

A mim, parece provável que Deus, no começo, formou a matéria de partículas sólidas, maciças, duras, impenetráveis, móveis, de tais formas e dimensões e com tais propriedades e em tal proporção ao espaço, como é mais conveniente para o fim que Ele os formou; e que estas partículas primitivas eram incomparavelmente mais duras do que quaisquer corpos porosos por elas compostos, tão duras mesmo que nunca podem ser partidas em pedaços; nenhuma força sendo capaz de dividir o que Deus, Ele próprio, fez uno na primeira Criação.¹⁰

Todos sabemos que os átomos – ou ao menos os objetos que viemos a chamar de átomos – são sistemas complexos. O desenvolvimento da ciência moderna, do século XVII aos nossos dias, as extraordinárias descobertas das técnicas experimentais e da ingenuidade, o nascimento e desenvolvimento do pensamento científico conduziram a substituição da abordagem metafísica à filosofia natural pela abordagem racional, baseada na evidência experimental e em modelos matemáticos construídos sobre os resultados de observações e da intuição inventiva.

A noção de átomos indivisíveis deu lugar ao conceito de partículas elementares que, esperava-se, poderiam ser os constituintes fundamentais da matéria – em pequeno número. Nas últimas décadas, porém, descobriu-se um grande número de tais partículas subatômicas, parte das quais estão agora competindo com as centenas de átomos ou equivalentes que compõem a tabela periódica de Mendeleyev. Atualmente, conhecemos seis espécies de léptons – partículas que incluem o elétron e o neutrino, com os quais compartilham algumas propriedades. Existem os bárions, partículas relacionadas aos prótons e nêutrons; os mésons, que são trocados entre os bárions; o fóton, a partícula da luz, responsável pela propa-

gação das forças eletromagnéticas. Aceitamos a existência de partículas que ainda não foram observadas, como o gráviton, que propaga a gravidade, e os mésons, que propagam as interações fracas. A beleza matemática contemporânea ensaia a unificação das forças fortes, fracas e eletromagnéticas com o modelo Salam-Weinberg, o que leva a maior parte dos físicos atuais a acreditar na existência daquelas partículas. Esta unificação, para a qual estão voltados os esforços dos cientistas especializados no campo da física das altas energias, será uma nova síntese comparável àquelas anteriormente mencionadas.

Esta é a esperança de nossos dias: a redução das diferentes formas das forças observadas – as interações gravitacionais, as fracas, as fortes (responsáveis pela existência dos núcleos e, portanto, da matéria) e as eletromagnéticas – às diferentes manifestações de algumas entidades básicas subjacentes chamadas campos-padrão.

Esta unificação é um sonho antigo que começou com a tentativa de Einstein de incluir as forças eletromagnéticas na unificação da gravitação com a geometria do espaço-tempo. E é o método que Einstein introduziu com tanta força e elegância na física teórica – a busca de grupos simétricos que preservam as leis físicas básicas – que está na raiz de nosso trabalho atual.

Por outro lado, a matéria, a variedade de partículas elementares acima mencionada, parece ser constituída (com a provável exceção dos léptons) por certos objetos chamados quarks. Estes podem ser os últimos elementos na escala de fragmentação da matéria, uma espécie de partículas últimas que integram as partículas elementares pesadas, mas que ainda não foi observada como partícula livre, por alguma razão ainda não inteiramente compreendida. Os quarks provavelmente poderiam ser incluídos nas partículas elementares e esta noção

talvez pudesse fornecer-nos a chave para interromper o processo de redução da matéria a elementos cada vez menores.

Para concluir este quadro de nossa imagem física do mundo, direi algumas palavras acerca da concepção que os astrofísicos têm do universo.

A cosmologia começou a desenvolver-se como ciência depois da descoberta da teoria relativística da gravitação. A partir de 1917, os dados observados e os estudos teóricos forneceram os fundamentos desta disciplina, que, desde então, não parou de desenvolver-se.

Como foi dito por um importante cosmologista:

É claro que a mais importante característica do Universo é a sua existência, mas quero chamar aqui a atenção para a idéia mais forte de que é importante falar do Universo como um todo, como um conceito simples e bem definido. Esta idéia é uma das mais importantes descobertas do século XX, talvez mesmo a mais importante.¹¹

São postulados geralmente admitidos a unicidade do universo e o fato de que podemos estudá-lo aplicando as leis físicas estabelecidas aqui na Terra. A observação das estrelas, galáxias e objetos revelados pela emissão de ondas eletromagnéticas invisíveis levou os astrofísicos ao conceito de que o Universo está em estado de expansão permanente, de mudança contínua ao longo do tempo. A noção de expansão do Universo resultou das observações do movimento de afastamento das galáxias, da mensuração da radiação de fundo e da abundância de elementos. A extrapolação para o passado deste movimento expansivo das galáxias e a descoberta do cenário de radiação de ondas curtas levaram à conclusão de que nosso mundo começou a existir subitamente, a partir de uma explosão, o *big bang*. Este é o chamado “modelo-padrão do

big bang quente”, segundo o qual há cerca de 15 bilhões de anos atrás partículas elementares foram altamente concentradas sob equilíbrio termodinâmico e em temperatura extremamente elevada, com o decaimento das partículas e a recombinação de pares nos primeiros segundos. Com o movimento destas partículas a temperatura caiu e formaram-se elementos, com a produção de hélio resultante de prótons e nêutrons. Mais tarde, elementos mais pesados surgiram das reações nucleares e as estrelas transformaram-se em fornalhas extremamente quentes, nas quais a matéria comum foi forjada dos prótons.

E então estamos ainda diante da questão sobre o que aconteceu antes dos estágios iniciais de quase infinitas densidades, temperatura e pressão. Existem outros modelos de Universo sendo investigados pelos cosmologistas, os quais formulam questões fascinantes acerca da possibilidade de expansão permanente do Universo ou de seu possível retorno à contração, do colapso gravitacional e da existência de singularidades na natureza.

Esta é a evolução de nossas idéias sobre o Universo, desde as velhas civilizações aos nossos dias. É fascinante aprender que a matéria de nosso mundo localizado, “o carbono e nitrogênio de nossos corpos, o oxigênio que respiramos e o ferro em nosso sangue foram todos gerados nas fornalhas estelares em um passado remoto”¹² – e que de qualquer maneira, como sonhava Anaxágoras na época de Péricles, o Sol é uma espécie de pedra em brasa e a Lua é feita de terra.

Ciência e desenvolvimento na América Latina

O que foi dito anteriormente é apenas um esboço de algumas das linhas básicas de nossa imagem física do mundo, a única com a qual estou familiarizado. Outros podem lhes

falar sobre os fundamentos do quadro biológico do Universo, sob as óticas do químico, do geofísico, do matemático e do cientista social.

Vemos que a ciência moderna nasceu no século XVII – e associou-se à emergência do capitalismo nos países da Europa Ocidental. Pouco a pouco as invenções empíricas de máquinas e mecanismos, o estudo da natureza em laboratórios, a busca de novos produtos e a compreensão das leis da natureza forneceram os instrumentos tecnológicos e científicos para a transformação do mundo. Ao mesmo tempo, em outras sociedades e civilizações não ocorreram processos similares.

Imersos em outros contextos, sujeitos a forças religiosas, culturais, políticas e econômicas específicas, estas sociedades não desenvolveram a busca pelo conhecimento científico – ou foram levadas a interromper este desenvolvimento – e portanto ficaram sem as ferramentas básicas para a transformação do mundo e, de fato, para assegurar sua sobrevivência.

Uma vez estabelecida a desigualdade entre as nações por suas diferentes formas de interação com o mundo físico, forças econômicas e políticas as cingiram de maneira a aumentar esta desigualdade.¹³ E o desenvolvimento das sociedades industriais emergentes, aparentemente, veio associado à dominação econômica e política de outras sociedades, as atuais nações subdesenvolvidas – ou, se preferirmos usar uma outra nomenclatura mais enfática, os países menos desenvolvidos.

É chocante que Portugal e Espanha não tenham dado uma contribuição relevante para os grandes avanços teóricos da ciência, ao contrário de outros países da Europa Ocidental. Minhas observações sugerem que a *Weltanschauung* católica ibérica foi, entre outros fatores, responsável pela fraqueza do

pensamento teórico da região, pelo subdesenvolvimento material e intelectual e pela dependência de Portugal e Espanha em relação a suas antigas colônias. Um corolário desta hipótese é a sugestão de que a ciência da melhor qualidade precisa ser fomentada em nossa parte do mundo, como um componente intrínseco do processo de desenvolvimento social e econômico desta região.

Na América Latina, como se sabe, espanhóis e portugueses conquistaram os povos nativos e tentaram destruir seus sistemas religiosos e realizações culturais. As civilizações dos Andes – os incas –, as do Planalto Mexicano e da Península de Iucatã – astecas e maias – haviam alcançado níveis importantes de desenvolvimento material e cultural antes da invasão da primeira metade do século XVI.

A matemática, inclusive com o uso do número zero, e os conhecimentos astronômicos, incluindo a capacidade de prever eclipses, eram aquisições culturais destas civilizações, que também desenvolveram técnicas agrícolas, arquitetônicas e de engenharia, bem como uma cultura artística transmitida de geração para geração.

A substituição das culturas locais pelas da Europa Ocidental, realizada por Espanha e Portugal, porém, não levou ao desenvolvimento científico e tecnológico de nossa parte do mundo, ao contrário do que aconteceu em partes da Europa.

É verdade que Espanha e Portugal levaram a cabo realizações soberbas que culminaram com a descoberta de continentes, como o desenvolvimento da arte e das ciências da navegação. No entanto, diversos fatores – como a grande influência da religião e o poder exercido pelas autoridades religiosas nos dois países – impediram-nos de participar da criação da ciência européia no século XVII.

Não pretendo, entretanto, descrever a consequência deste fato na evolução da ciência na América Latina. Os nomes e as datas podem ser encontrados em livros e artigos especializados.¹⁴ Observa-se que, apesar das condições precárias de trabalho, diversos cientistas talentosos realizaram obras importantes em muitos países de nosso continente, sobretudo após a segunda metade do século XIX. O que mais nos interessa é verificar que o estado de dependência política e econômica de nossos países não levou ao florescimento da ciência. As colônias das Américas Central e do Sul eram vistas como locais ricos em produtos primários a serem exportados para os países capitalistas europeus em expansão. E estes, em troca, exportavam seus produtos industriais para as colônias da América Latina. “[A América Latina], não é errado dizer, salvou a indústria britânica do algodão na primeira metade do século XIX, quando se tornou o maior mercado para as exportações inglesas.”¹⁵

A proclamação da independência política não alterou a natureza do sistema econômico nestes países – o que ocorreu foi um deslocamento para a dominação da Grã-Bretanha. Ao mesmo tempo, difundiu-se uma ideologia que pregava ser o processo de desenvolvimento econômico uma espécie de jogo, de livre competição, no qual o povo mais inteligente e dinâmico era o melhor sucedido. De fato, a dominação política e econômica impediu outros povos de competir nestes jogos.¹⁶ Diz Velho:

Acreditava-se que nós [no Brasil] nunca seríamos capazes de produzir artigos industriais tão bem quanto a Inglaterra e outros países, e que se tentássemos fazê-lo e nos tornássemos protecionistas sofreríamos retaliações contra as exportações de nossos produtos agrícolas.¹⁷

Mais tarde, a transformação das economias da América Latina pela industrialização, que começou no início do século XX e desenvolveu-se na década de 1930, segundo o modelo de substituição de importações, gerou como consequência direta a importação e imitação de produtos e meios de produção inventados no exterior, bem como a aquisição da tecnologia desenvolvida em países avançados.

É então importante enfatizar que a dependência econômica, ainda que sob outra forma, permaneceu essencialmente intocada quando os países da América Latina deixaram de ser formalmente colônias da Espanha e de Portugal. A procura de bens manufaturados iguais ou similares aos importados conduziu imediatamente à dependência tecnológica do exterior – o conhecimento científico e tecnológico necessário à industrialização da América Latina estava incorporado nas máquinas e plantas industriais importadas.

Em paralelo a esta situação da economia, a imagem de mundo do cristianismo medieval foi imposta através da educação. As universidades foram fundadas tardiamente na América Latina – e algumas exceções não afetam o fato mais geral que é a ausência de educação científica, com suas consequências sobre a vida de nossas nações. Claramente, a ausência de indústrias significou que não havia necessidade de institutos de pesquisa científica e tecnológica. As primeiras universidades fundadas na América Latina, no século XVII, eram, acima de tudo, centros dedicados ao estudo da cultura de inspiração medieval desenvolvida em Portugal e na Espanha.

Nas últimas décadas vem sendo feito um grande esforço para o desenvolvimento das universidades e dos institutos de pesquisa científica em muitos países da América Latina.

Em paralelo ao processo de industrialização vêm sendo fundados, fomentados e desenvolvidos muitas universidades e laboratórios científicos.

No entanto, apesar desta expansão de nosso sistema universitário, o fato é que as empresas pertencentes aos industriais latino-americanos continuam a depender basicamente de maquinaria e tecnologia importadas.

Nossos industriais nunca se interessaram pela realização da pesquisa tecnológica necessária ao aperfeiçoamento de seus bens manufaturados. Associados a empresas estrangeiras, das quais comprem equipamentos e assistência técnica, as indústrias nacionais na América Latina dificilmente demandam serviços técnicos dos institutos tecnológicos nacionais.¹⁸ Nesta trajetória as universidades latino-americanas geralmente têm permanecido dissociadas dos estudos de projetos econômicos, e os cientistas e tecnólogos não têm sido convidados a participar das decisões fundamentais na formulação dos programas de desenvolvimento econômico.

Por outro lado, nos países de industrialização avançada as máquinas e plantas industriais criadas dependem de pesquisa tecnológica intensiva, a qual, por sua vez, está baseada na ciência fundamental gerada pelos institutos e universidades.

Ciência e desenvolvimento dependente

Se nós, cientistas, pesquisadores e engenheiros latino-americanos algum dia tivemos a esperança de sermos capazes de contribuir para o desenvolvimento de nossos países, esta esperança foi despedaçada pelas decisões governamentais tomadas nos últimos vinte anos, que basearam o desenvolvimento na implantação de filiais de empresas multinacionais. Estas indústrias, que têm seus próprios laboratórios

de pesquisa no centro do sistema capitalista, produzem nos países hospedeiros bens destinados sobretudo à exportação ou ao consumo de uma pequena parcela da população. Os tecnocratas, ao justificarem a adoção deste tipo de política, utilizam o mito da "transferência de tecnologia". A instalação de plantas de firmas multinacionais obviamente não gera transferência de tecnologia e conhecimento científico. As máquinas importadas são inventadas, projetadas e construídas no exterior, e os planos para fabricação local de quaisquer produtos não podem ser modificados pelos engenheiros nacionais. Mesmo se não levarmos em conta a questão essencial, isto é, o fato de estes manufaturados serem ou não realmente necessários a estas populações, é claro que o objetivo importante é criar capacidade de inovação tecnológica e não ensinar trabalhadores a apertarem botões. A capacidade de inovação tecnológica não é transferida pelas empresas multinacionais. A pesquisa é, portanto, mantida no exterior e a tecnologia penetra confinada em caixas-pretas.

A integração da maior parte da América Latina no mercado econômico-cultural das nações capitalistas industriais conduz inevitavelmente, portanto, ao agravamento da dependência: a ciência e a cultura transformaram-se em produtos de luxo importados – por vezes produzidos internamente mas apenas para uns poucos.

Endogenização da ciência em qual sociedade?

Fica claro, portanto, que se quisermos discutir planos para o desenvolvimento da ciência e da cultura em nossos países, sugerindo estratégias para o que atualmente se chama endogenização das atividades nestes domínios, devemos antes

de mais nada definir claramente as forças políticas, econômicas e sociais que têm impedido o desenvolvimento autônomo, o enriquecimento de nossa herança cultural e a afirmação de nossa identidade nacional. Para que sugeriríamos uma estratégia para o desenvolvimento cultural e científico endógeno se o sistema econômico e político subjacente impede esta endogenização e assume que devemos importar as invenções realizadas no exterior?

Os objetivos da ciência

Ao acompanhar a maravilhosa história da construção de nossa imagem científica do universo, ficamos tentados a ver a ciência como um sistema de conhecimento único e universal, politicamente neutro e situado acima das ideologias.

Não há dúvida de que as leis científicas são válidas em todos os laboratórios e em todos os países. Mas a ciência não é apenas um catálogo de dados, nomes e postulados. A pesquisa científica é um processo dinâmico que inclui a integração da comunidade científica com o meio que a envolve e suas forças políticas e sociais. As motivações para a pesquisa, seu planejamento e financiamento não são politicamente neutros. A ciência, através de sua interpretação do mundo, nos fornece igualmente instrumentos para modificá-lo.

Quantas indústrias surgiram da pesquisa fundamental – da mecânica e termodinâmica, dos ramos da química, das equações de Maxwell, da teoria dos elétrons e da mecânica quântica? E o campo da energia nuclear não é um resultado, entre outros, da fórmula da equivalência entre massa e energia?

A ciência, vimos afirmando – e gostaríamos de repetir –, trabalha para a humanidade, em benefício do homem, para a libertação do homem de seu trabalho. A ciência

e a tecnologia são mesmo tão poderosas que nos capacitaram a mandar o homem ao espaço cósmico. Como poderiam, então, não ser usadas para melhorar as condições de vida das massas pobres e exploradas da África, da Ásia e da América Latina?

A ciência é, de fato, uma parte do sistema sociopolítico das nações industrialmente avançadas. Os resultados da pesquisa científica e tecnológica são, antes de mais nada, aplicados à promoção deste modelo de sociedade, em seu próprio benefício.

Existem aqueles que não dão importância a estas questões, que as evitam. Existem aqueles que, diante das mudanças políticas nos países em desenvolvimento que caminham para libertar-se do jugo e da dependência, pretendem ensinar a tais países que tipo de ciência estes devem desenvolver. Sugerem, por exemplo, que os países em desenvolvimento devem utilizar apenas as chamadas tecnologias intermediárias, deixando para as nações industrializadas os campos da ciência e da tecnologia avançadas, a chamada *big science*, a ciência *hard*.

É claro que esta sugestão é inaceitável. Um dado país, obviamente, não pode, com seu limitado estoque de recursos, desenvolver sempre todos os tipos de tecnologia. Mesmo as nações da Europa Ocidental precisam unir seus físicos, técnicos e recursos financeiros para criar laboratórios de física da alta energia, como o CERN, de forma a produzir o custoso equipamento avançado necessário à investigação da estrutura última da matéria.

Não será esta idéia de construir em conjunto, de reunir homens e recursos materiais de diversos países da mesma região do mundo, uma idéia boa e digna de ser imitada? A capacidade dos países em desenvolvimento seria então aumentada e multi-

plicada de forma significativa, certos campos de pesquisa científica e tecnológica se abririam para grupos de nações, cada qual isoladamente incapaz de desenvolvê-los. Obviamente as tecnologias desenvolvidas localmente, muitas das quais tendem a ser substituídas por equivalentes importadas e inadequadas, precisam ser preservadas e estudadas continuamente.

O princípio de que as nações em desenvolvimento não podem ter acesso a determinados campos do conhecimento é inaceitável – manteria a atual divisão do mundo entre nações ricas e pobres e perpetuaria a divisão internacional do trabalho.

As tecnologias apropriadas – no sentido de que possam ser adequadas sob as óticas financeira, econômica e ecológica, bem como da elevação das condições de vida de toda a comunidade, e não ao interesse de uma minoria privilegiada – são recomendadas não apenas para as nações em desenvolvimento, mas igualmente para os países ricos e industrializados.

Desperdiça-se energia e queimam-se indiscriminadamente combustíveis fósseis nos países ricos. Estes exportam indiscriminadamente equipamentos sofisticados ao investirem nos países mais pobres. As indústrias e os serviços são instalados onde o trabalho é mais abundante e instalam-se computadores em todas as partes, agravando portanto o desemprego.

O objetivo da ciência e da tecnologia, no sistema capitalista, parece ser libertar o homem do trabalho – e, então, condená-lo ao desemprego, sem condições de atender às necessidades básicas de sua vida.

Acredito, por conseguinte, que é inviável tentarmos promover estratégias de desenvolvimento científico e tecnológico em nossos países sem ao mesmo tempo analisarmos e implementarmos mudanças no seu sistema econômico. Não seremos bem-sucedidos na endogenização da cultura, da

ciência e da tecnologia se nós, cientistas dos países em desenvolvimento, não nos precavermos contra as forças políticas e econômicas fundamentais que, ao longo da história, impediram o desenvolvimento de nosso potencial criativo.

Ciência para a libertação

Farei ainda algumas observações adicionais antes de concluir. A primeira refere-se à relação entre o trabalho individual de criação do cientista e o significado político e social da ciência e da tecnologia. Parece claro que a motivação dos cientistas para o trabalho de pesquisa não tem nenhuma conotação econômica ou política. Aparentemente, é esta a idéia que conduz à compreensão e à solução dos problemas no campo de especialização, associada à descrição, correlação e explicação dos fatos e dos objetos, que conduz à descoberta das leis da natureza e de novas imagens do mundo, e que incentiva muitos cientistas a realizarem suas pesquisas. Ao fazerem seu trabalho eles se beneficiam de intuições especiais e desenvolvem um senso de beleza e elegância que só os cientistas profissionais conhecem e que, provavelmente, não difere, no essencial, das intuições dos artistas, filósofos e escritores.

O conjunto de leis científicas, visões teóricas e técnicas experimentais constitui-se em um corpo de conhecimentos do mundo físico fortemente integrado com a tecnologia – a transformação da ciência na arte de criar novos produtos, a invenção de máquinas e a construção de mecanismos que são os instrumentos para a transformação do mundo, em prol das necessidades dos homens e das mulheres, de seus projetos políticos e sociais e de suas exigências econômicas.

Não são apenas os grandes inovadores que contribuem para a construção da ciência, mas também os cientistas

menores. Estes são igualmente importantes na busca de detalhes, conseqüências e aplicações das novas teorias fundamentais e descobertas experimentais.

Existem também aqueles, provavelmente a grande maioria, cuja pesquisa segue planos e programas específicos, objetivando realizar descobertas que interessem a um determinado domínio prático ou campo específico, como física do estado sólido, eletrônica, energia nuclear, física espacial, etc.

Os resultados de todos estes tipos de pesquisa conformam os vários domínios da ciência. Não seria correto dizer que este conjunto está destituído de significação social, econômica ou mesmo política. Talvez a física nuclear seja o exemplo mais conhecido; o trabalho fundamental de Einstein tinha uma motivação puramente teórica, mas seus significados sociais, econômicos e políticos foram muito mais importantes – e, por vezes, indesejáveis.

A ciência contemporânea deu origem a todos os tipos de tecnologias, as quais são responsáveis pelas mudanças sociais, econômicas e políticas de nosso mundo: da tecnologia de produção de alimentos àquela voltada para os mais terríveis e destrutivos sistemas armamentistas. Os cientistas, portanto, são naturalmente levados a refletir acerca das conseqüências sociais, econômicas e políticas de suas pesquisas, mesmo se o seu trabalho pessoal envolve apenas idéias abstratas.

Os cientistas dos países do Terceiro Mundo, em especial, são naturalmente levados a meditar acerca do papel que a ciência e a tecnologia podem desempenhar na construção de suas sociedades. Eles descobrem que as invenções realizadas nas universidades e laboratórios de pesquisa dos países avançados serão aplicadas em suas grandes indús-

trias e que estas indústrias vendem os resultados de seu trabalho de pesquisa e investem uma parte de seus lucros no desenvolvimento posterior de seus laboratórios.

Em um país em desenvolvimento cuja economia é dominada por empresas multinacionais, as quais empregam quase exclusivamente seu próprio conhecimento científico e tecnológico, o trabalho de pesquisa desenvolvido nas universidades e nos institutos de pesquisa locais geralmente não é aplicado em benefício do país.

Os cientistas das nações em desenvolvimento, portanto, dificilmente escaparão à conclusão de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia pressupõe um sistema político voltado para o bem-estar do conjunto da população.

As seguintes questões devem, portanto, ser colocadas como pré-requisitos para uma política científica e tecnológica: Que ciência e que cultura, para qual projeto de sociedade e em qual mundo? O objetivo da ciência e da tecnologia é libertar o homem ou criar um mundo governado pela repressão dos poucos ricos sobre os muitos pobres?

Em minha opinião não pode haver outra resposta: a ciência deve libertar homens e mulheres; e entendo que não apenas os homens e as mulheres das sociedades avançadas. Precisamos trabalhar para a libertação de todos os homens e mulheres, em todos os lugares, para que a ciência consiga, enfim, realizar sua vocação de universalidade e transformar-se em um patrimônio da humanidade.

Notas

- ¹ MISNER, C. W.; THORNE, K. S.; WHEELER, J. A. *Gravitation*. San Francisco: W. H. Freeman and Co., 1973, p. 753.

- ² Ibid.
- ³ RUSSELL, B. *Human knowledge, its scope and limits*. London: George Allen and Unwin Ltd., 1948, p. 24.
- ⁴ A diferença entre a reputação de Aristarco e a de Copérnico e Galileu baseia-se, segundo Russell, no fato de que na Grécia Antiga a astronomia era um divertimento de ricos indolentes e não uma atividade integrada à vida da comunidade. No século XVI, porém, a ciência realizou importantes invenções: a descoberta das Américas, por exemplo, mostrou as limitações dos conhecimentos geográficos herdados da Antiguidade; a ortodoxia católica começou a constituir-se em um obstáculo ao progresso material, e a fúria dos teólogos transformou os cientistas em heróicos campeões de um novo saber. Idem, p. 25.
- ⁵ SCHILPP, P. A. *Albert Einstein, philosopher-scientist*. Evanston, Ill: The Library of Living Philosophers, Inc., 1949, p. 19.
- ⁶ Idem, p. 33.
- ⁷ DIRAC, P. A. M. Development of physicist's conception of nature. In: *The physicist's conception of nature* Mehra, J. (ed.). Dordrecht, Holland: D. Reidel Publishing Co., 1973, p. 1-14.
- ⁸ LOPES, J. L. The evolution of the notions of space and time. Milan, *Scientia* 107, 1972, p. 411-433.
- ⁹ EINSTEIN, A. *Ideas and opinions*. London: Souvenir Press, 1973, p. 272.
- ¹⁰ NEWTON, I. *Opticks: treatise of the refractions, inflections and colors of light*. New York: Dover Publications, 1952 – based on the 4th ed., London, 1730, p. 400.

- 11 SIAMA, D. W. The universe as a whole. In: MEHRA, J. (org.). *The physicist's conception of nature*. Dordrecht, Holanda: D. Reidel Publishing Co., 1973, p. 17-33.
- 12 HOYLE, F. *The ten faces of the universe*. São Francisco: W. H. Freeman and Co., 1973, p. 78.
- 13 LOPES, J. L. Science for a developing view from Latin America. *Bulletin Atomic Scientists* 22, 1966, p. 7-11.
- 14 ROCHE, M. Early history of science in Spanish America. *Science* 194 (1976), p. 806-810; FERREIRA, R. As origens da atividade científica no Brasil. *Ciência e Cultura* 30 (1978), p. 1301-1307; GIAMBIAGI, M. S.; GIAMBIAGI, M. Alcune riflessioni suggerite dal tema piani di studio per il dottorato in chimica teorica. IX Congresso de Chimici Teorici di Espresione Latina. Stresa, Itália, set., 1978.
- 15 HOBBSBAWN, E. J. *Industry and empire*. London: Penguin, p. 1946. In: VELHO, O. G. *Capitalismo autoritário e campesinato*. São Paulo: Difel, 1976.
- 16 LEITE LOPES, J. Science and dependent development. *Interciência* v. 2, 1977, p. 138-42.
- 17 VELHO, O. G., *op cit.*
- 18 BIATO, F. A.; GUIMARÃES, E. A. de A.; FIGUEIREDO, M. H. P. *Potencial de pesquisa tecnológica no Brasil*. Brasília: Ministério do Planejamento, Instituto Econômico e Social, 1971, p. 1-198; LOPES, J. L. Les transferts de technologies: l'exemple du Brésil. *Pluriciences, Encyclopedia Universalis*. Paris, 1978, p. 221-24.



Ning Hu, Peking University; Leite Lopes; W. Pauli, Prêmio Nobel; e J. M. Jauch, Geneva University. Princeton, 1945.



Concurso para a Cátedra da Física Teórica e Física Superior da
Universidade do Brasil. Faculdade Nacional de Filosofia, 1948.



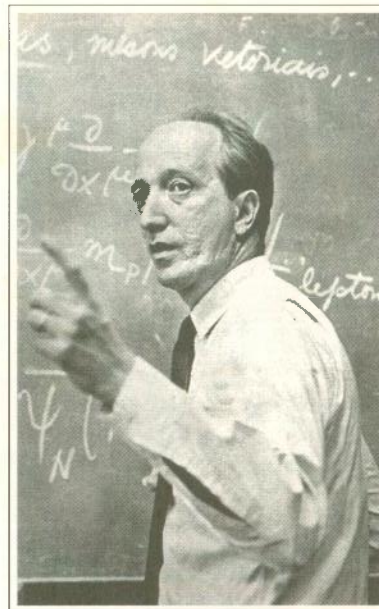
Jayme Tiomno, Abraham Pais, Jack Steinberger e Leite Lopes.
Princeton Institute for Advanced Study, 1949.



Cesar Lattes, Hideki Yakawa, Walter Schützer (em pé); Hervásio de Carvalho,
Leite Lopes e Jayme Tiomno. Institute for Advanced Study. Princeton, N. J., 1949.



Leite Lopes, Hideki Yukawa, Mme. Christian Möller, Cesar Lattes, Christian Möller, Jayme Tiomno, Aage Bohr, Walter Schützler e Carmita Leite Lopes. Princeton, Institute for Advanced Study. Maio, 1949.



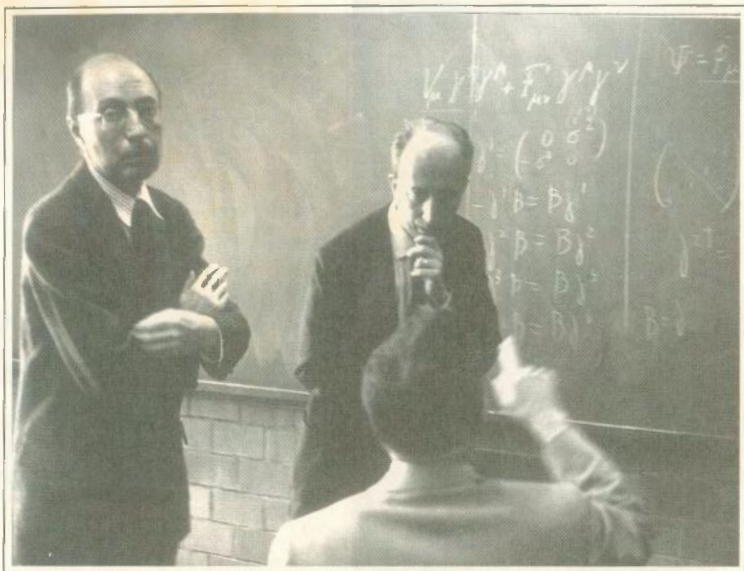
Leite Lopes expando a Gleb Wataghin seu trabalho sobre unificação eletrofraca com $g = e$ e a predição do bóson neutro Z_0 . Rio de Janeiro, 1958.



Leite Lopes, seu filho José Sérgio e o físico Hara na Conferência das Nações Unidas sobre Energia Atômica. Genebra, 1955.



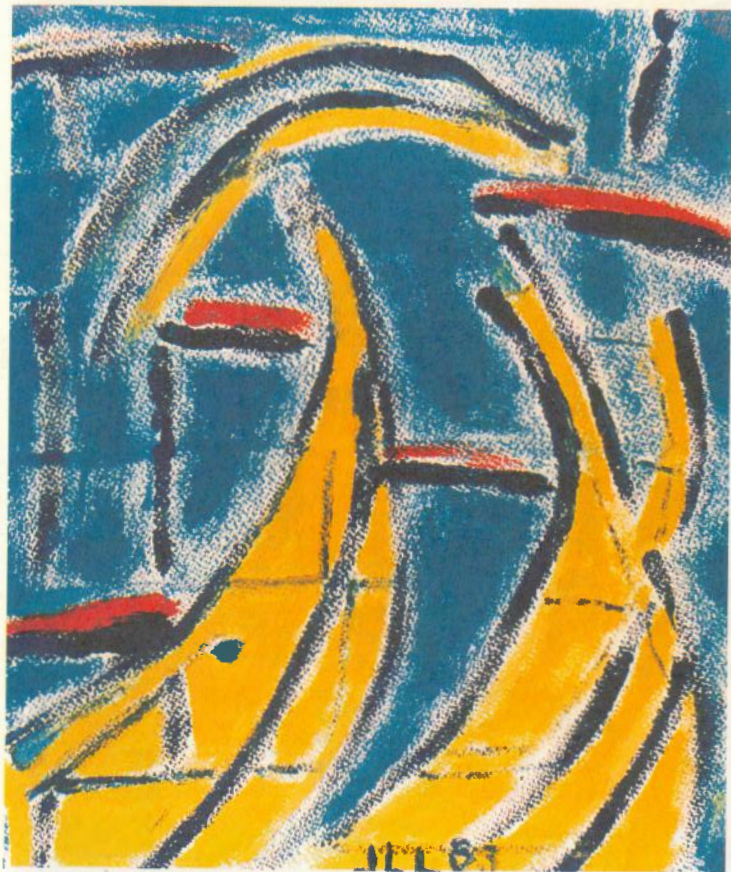
Leite Lopes e J. J. Giambiagi. Curso de Verão de Física. Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), hoje Aeroespacial. 1958.



Leite Lopes e E. Wigner. Escola Latino-Americana de Física, UNAM. México, 1959.



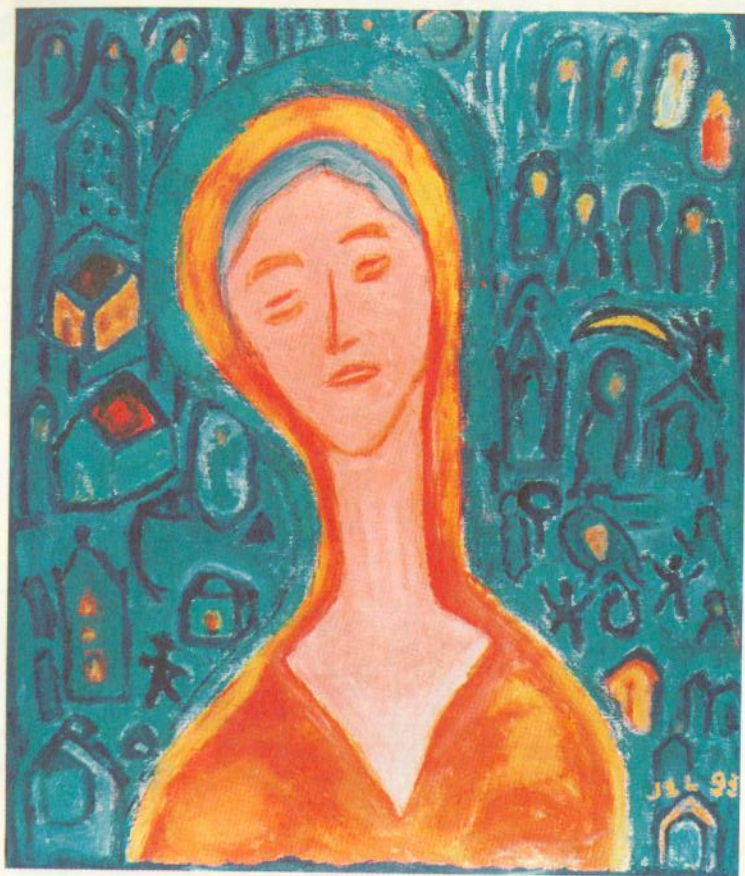
Leite Lopes, *Rêverie*, 1975.



Leite Lopes, *Jangadas*, 1983.



Leite Lopes, *Girassóis e jangada*, 1988.



Leite Lopes, *Madonna*, 1993.



Oppenheimer e Leite Lopes, entrevista no CBPF, 1961.



Com o Presidente João Goulart, em companhia de Jacques Danon e Mário Schenberg. Brasília, 1963.



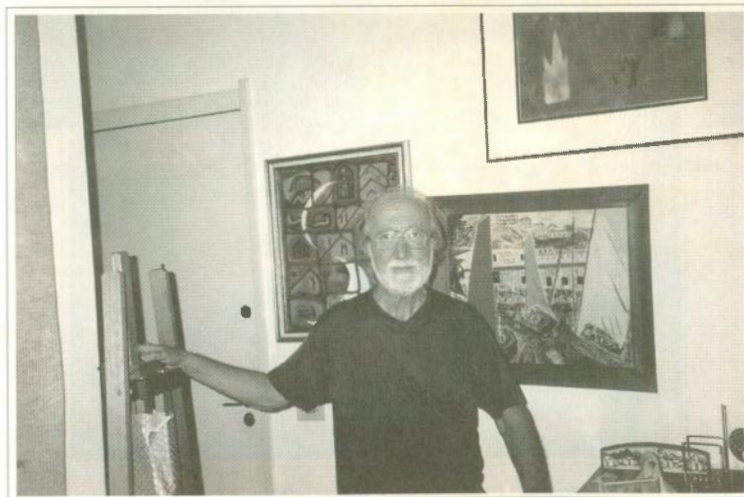
Com estudantes de pós-graduação em seu gabinete no Centre de Recherches Nucléaires, na Universidade Louis Pasteur. Estrasburgo, França. Abril, 1982.



Luís Pinguelli Rosa, Leite Lopes, Nelson Maculan e Amós Troper. Conferência na Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1990.



Mário Schenberg e Leite Lopes na Universidade de São Paulo, 1984.



Leite Lopes entre alguns dos quadros que pintou. Rio de Janeiro, 1990.



Luís Hildebrando Pereira da Silva, Celso Furtado
e Leite Lopes. Paris, abril, 1992.



Leite Lopes recebendo o Prêmio de Ciência e Tecnologia para a América
Latina das mãos do Presidente do México, Carlos Salinas, 1993.



Leite Lopes recebendo homenagem do Centro Tecnológico do Exército
pelas mãos do General Álvaro S. Pinto. Outubro, 1995.



Leite Lopes, Nélida Pifon, Presidente da Academia Brasileira de Letras, e Carlos Chagas Filho. Academia Brasileira de Letras. Maio, 1998.

CINQUENTA E CINCO ANOS DE FÍSICA NO BRASIL: EVOCAÇÕES*

À Universidade cheguei no ano de 1940, quando fiz exame de ingresso para o Curso de Física da FNFi, então alojada na Escola José de Alencar, no Largo do Machado.

Na cidade do Recife me diplomei em química industrial, na Escola de Engenharia de Pernambuco, em 1939, e vim para o Rio com uma bolsa de estudos por um ano, concedida pelas Indústrias Carlos de Britto, por proposta de Oswaldo Gonçalves de Lima.

Cada um de nós tem dentro de si um pequeno candeeiro, uma lamparina. De repente, as palavras de um sábio professor transformam a lamparina em uma grande chama, em uma fonte de intensa luz que nos invade o espírito.

No Recife, tive o privilégio de receber a influência de professores notáveis: do irmão Pacômio, no Colégio Marista, que me atraiu para a química; de Arlindo Lima, professor de língua portuguesa que me encantava com suas lições de gramática histórica; de Mário Gesteira, Luís Siqueira Neto e Newton Maia, na Escola de Engenharia. Nesta escola, destaco a grande influência de Luiz Freire e de Oswaldo Gonçalves

de Lima. Luiz Freire era o brilhante professor de física, cuja casa eu freqüentava aos domingos, a fim de escutar as suas preleções e comentários, desde a teoria dos conjuntos e os números transfinitos à mecânica quântica e à filosofia da ciência. Ao laboratório de Oswaldo Gonçalves de Lima, um dos mais talentosos e fecundos pesquisadores químicos do Brasil, ia regularmente após as aulas, para acompanhá-lo em seus trabalhos, conversar, ouvir e aprender.

Recordo colegas como Gilvan de Carvalho, Antônio de Moraes, Antônio Bezerra Baltar e José César Regueira da Costa; as figuras de João Holmes e Joaquim Cardoso, professores na escola, de Aníbal Fernandes, jornalista; a repercussão do que escreviam Gilberto Freire, Sílvio Rabelo e Olívio Montenegro. Evoco ainda os artigos de Luiz Freire sobre a vida e a obra de Gomes de Souza e Otto de Alencar, seus elogios de Teodoro Ramos e Lélío Gama.

Os encantos do Recife, o seu ambiente intelectual, imprimiram certamente em mim inesquecíveis recordações.

Por proposta de Oswaldo de Lima, em 1939, o industrial Manuel de Britto concedeu-me uma bolsa de estudos para prosseguir em meus estudos no Sul do país. Em 1937, fui ao III Congresso Sul-Americano de Química, no Rio de Janeiro e em São Paulo, e aí conheci Mário Schenberg, sobre quem tanto falava Luiz Freire. Em companhia de Mário conheci as instalações do Departamento de Física da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, então provisoriamente instalado no último andar da Escola Politécnica. Ali estavam Gleb Wataghin e Marcelo Damy de Souza Santos a realizar pesquisas com a radiação cósmica e a contar partículas com os contadores de Geiger-Müller que fabricavam. Com Paulus Aulus Pompéia viriam eles a descobrir, um pouco mais tarde, em 1941, a componente

penetrante da radiação cósmica. Ali estavam Giuseppe Occhialini, Paulo Taques Bittencourt e Abraão de Moraes.

Em 1939, a Universidade do Distrito Federal, criada por Anísio Teixeira, no Rio de Janeiro, em 1936, com homens de pesquisa e de cultura como Lélío Gama, Miguel Osório de Almeida, Luiz Freire e Cândido Portinari, foi dissolvida. Em seu lugar foi criada, pelo Ministro Gustavo Capanema, a Faculdade Nacional de Filosofia. Como Schenberg se encontrava na Europa, onde trabalhava com Enrico Fermi, Luiz Freire sugeriu-me que viesse para a faculdade do Rio de Janeiro e me recomendou a seus amigos Álvaro Alberto e Adalberto Menezes de Oliveira, ambos membros da Academia Brasileira de Ciências e professores na Escola Naval. Luiz Freire havia sido nomeado para a nova faculdade, mas o DASP vetou que se pagasse a sua mudança do Recife para o Rio de Janeiro, embora custeasse a vinda de professores estrangeiros.

Ao fazer o exame oral, obrigatório àquela época, para passar do 1º ao 2º ano do curso de física, fui interrogado por Luigi Sobrero, professor de Física Teórica e Física Superior, integrante da missão italiana de professores trazidos para a Faculdade. Sobrero convidou-me, em 1941, para ser seu assistente, mas não fui nomeado por falta de verba, diziam-me, e era a primeira vez que ouvia esta expressão. Na verdade, duvido que o diretor da Faculdade, que era então o próprio reitor, Raul Leitão da Cunha, tivesse jamais se interessado pela questão.

Terminada a bolsa de estudos, no fim de 1940, obtive, por intervenção de Menezes de Oliveira, um lugar de professor no curso complementar do Instituto La Fayette, onde fiquei até 1943. Isto me permitiu viver por minha conta (como aprendi a fazê-lo desde 1937, com aulas particulares e em

ginásios, no Recife). Ensinar no curso secundário fez-me muito bem.

Em 1942, concluí o curso de bacharelado em física. Um quarto ano, dedicado à pedagogia, não me interessava, e, assim, aceitei uma bolsa Guilherme Guinle – oferecida por Carlos Chagas – para trabalhar no Instituto de Biofísica da Universidade do Brasil, no Rio de Janeiro. Chagas atraía para esse instituto jovens para a pesquisa em biofísica e bioquímica e convidava eminentes cientistas do exterior como o casal Wurmser, de Paris.

Nesse ano, dois acontecimentos foram importantes para mim. Como a minha vocação era a física teórica, obtive, com o apoio de Chagas e Wataghin, uma bolsa da Fundação Zerrener de São Paulo para trabalhar no Departamento de Física da Faculdade de Ciências da USP, para onde regressara Schenberg da Europa e dos Estados Unidos e onde realizara importantes trabalhos com George Gamow e S. Chandrasekhar.

Eis o outro acontecimento: no fim do ano de 1942, Francisco Clementino San Tiago Dantas foi nomeado diretor da Faculdade Nacional de Filosofia – agora alojada no prédio da Casa da Itália, na Esplanada do Castelo. San Tiago me chamou ao seu gabinete para perguntar se eu aceitaria ser nomeado assistente de Física Teórica e Física Superior, cargo para o qual me havia indicado Sobrero em 1941 (Sobrero e quase todos os professores italianos regressaram à Itália em virtude da guerra), ou se preferia me aperfeiçoar nos Estados Unidos com uma bolsa de estudos. Com a minha resposta pela segunda alternativa, San Tiago fez gestões junto à Embaixada dos Estados Unidos no Rio de Janeiro para que me fosse concedida uma das bolsas do governo americano,

previstas pelo convênio cultural assinado em Buenos Aires pouco antes.

Passei o ano de 1943 ainda em São Paulo. Schenberg me mostrou um volume dos *Proceedings da Royal Society*, de Londres, de 1938, no qual estava publicado um trabalho de Paul Adrien Maurice Dirac sobre a teoria clássica do elétron. Neste trabalho Dirac quebrava um preconceito – o que fez várias vezes, dando contribuições fundamentais para a física dos campos e das partículas – e introduzia o campo eletromagnético avançado, solução possível das equações de Maxwell, afastada pelo princípio da causalidade, o qual se mostrou necessário para definir-se o campo de radiação do elétron. Do estudo deste trabalho e das discussões com Schenberg resultou um trabalho nosso publicado na *Physical Review*, em 1944. Os cursos em São Paulo e o trabalho com Schenberg foram importantes para mim, no aprendizado do exercício da imaginação no processo de criação científica.

Em 1944, com a bolsa de estudos americana, segui para a Universidade de Princeton. Ali, nos primeiros seis meses, realizei e concluí um trabalho com Josef Maria Jauch, jovem físico suíço, professor daquela Universidade, em que propusemos uma teoria das forças nucleares baseada na troca virtual de pares de mésons escalares entre os núcleons. Não se conhecia, então, a melhor forma do potencial dessas forças e, por isso, era preciso que examinássemos várias alternativas possíveis.

Concluído esse trabalho, pelo qual se interessou Wolfgang Pauli, Jauch sugeriu que eu fizesse uma tese de doutorado – o famoso Ph.D. –, sob a orientação de Pauli, um dos criadores da mecânica quântica, descobridor do princípio da exclusão, inventor da teoria não-relativística do *spin* do elétron e co-inventor da teoria quântica dos campos, que se

encontrava no Instituto de Altos Estudos – o *Institut for Advanced Study* –, não pertencendo à Universidade de Princeton, mas a seu lado e com ela colaborando. Achei a sugestão um privilégio para mim, inesperado, e me senti tomado de entusiasmo e grande estímulo. Fazia bem comparecer aos seminários e ali ver, além de Pauli, Albert Einstein, Hermann Weyl, Johann von Neumann, Valentin Bargmann e Rudolf Ladenburg; ter como colegas John Blatt e Ning Hu; participar da vida no Graduate College, no *campus* da universidade – um belo *campus* sem a falsa grandiosidade e a megalomania suicida de vários *campi* de universidades brasileiras –, na bela e pequena cidade de Princeton; participar dos encontros no Nassau Club, onde freqüentemente almoçávamos com Oskar Morgenstern, economista (que, com Von Neumann, formulou a teoria dos jogos e do comportamento econômico), com Salomon Lefschetz, grande topólogo, com Américo Castro, humanista espanhol, com J. Labatut, professor de arquitetura; dispor da utilização da biblioteca no *Fine Hall*, e da grande coleção de discos da universidade (ali ouvi pela primeira vez quartetos de Villa-Lobos). Tudo isso tornava a vida em Princeton um encanto. Com Pauli discutíamos Jauch, Hu, Blatt e eu, ora na universidade, ora no instituto. Era extraordinária sua visão da física e dos problemas de fronteira (como eram proverbiais os seus tiques e balanços de cabeça e o seu súbito ar de distraído). Naqueles dois anos, Pauli deu um curso sobre mecânica clássica e outro sobre relatividade geral, Bargmann, um curso sobre métodos matemáticos da física e outro sobre teoria eletromagnética, Jauch, sobre mecânica quântica, Weyl, sobre grupos e simetrias, e Ladenburg, sobre física nuclear. Para o seminário de Einstein, no qual anunciou a nova generalização de sua teoria que buscava a

unificação dos campos gravitacional e eletromagnético –, vieram professores de outras universidades.

Meus trabalhos com Pauli versaram, um sobre o efeito do recuo dos nucleons na derivação da força nuclear pelo campo mesônico, o outro – a tese – sobre a teoria dos mésons com forte acoplamento (*strong coupling*) e suas aplicações às colisões nêutron-próton com possível excitação de isóbaros. Durante as férias Pauli ia para Saranac Lake, em Nova Iorque, e então trocávamos cartas sobre os meus trabalhos, publicadas posteriormente num dos livros sobre a correspondência científica de Pauli (*Wolfgang Pauli, Wissenschaftlicher Briefwechsel mit Bohr, Einstein, Heisenberg u.a. Band III/ volume III: 1940–1949*, Springer-Verlag, Berlin 1993 e volumes subseqüentes).

Terminada e defendida a tese, regressei em fevereiro de 1946 ao Rio de Janeiro e fui nomeado professor catedrático interino de Física Teórica e Física Superior da FNFfi, por proposição de Joaquim da Costa Ribeiro, o grande mestre da física experimental, pioneiro, com Bernhard Gross, das pesquisas em física do estado sólido em nosso país, e de San Tiago Dantas (Decreto de 1º de outubro de 1945, de Getúlio Vargas).

De 1946 a 1949, dava dois cursos, um sobre Física Atômica e Elementos de Mecânica Quântica, e o outro sobre Teoria Eletromagnética. Fazia ao mesmo tempo cursos extraordinários sobre Física Nuclear e de Partículas, Teoria Quântica da Radiação e Teoria dos Mésons, para formar colaboradores. Continuava com as pesquisas na minha especialidade – teoria das forças nucleares e teoria dos campos –, discutia com os físicos de São Paulo, sobretudo Mário Schenberg, que desenvolveu a sua teoria do elétron puntiforme. Com Jayme Tiomno e Elisa Frota Pessoa discutia os

trabalhos recentes surgidos nas revistas de física. Jovens como Adel da Silveira, Gabriel Fialho, Geraldo Martines, Paulo Sérgio de Magalhães Macedo e Maria Adélia eram componentes de nosso pequeno grupo. Tiomno fez comigo um trabalho sobre colisões de prótons.

Discuti as condições de eliminação de divergências da teoria do elétron de Schenberg e era freqüente a minha ida à Universidade de São Paulo para seminários e discussões. Ao Rio de Janeiro vinham também físicos daquela universidade, sobretudo Mário Schenberg, a figura central da física teórica no Brasil. Frequentávamos a Academia Brasileira de Ciências, para a qual fui eleito, e colaborávamos nos seus Anais. Guido Beck veio, a nosso convite, para a Faculdade, em 1948. Notável físico austríaco, Beck havia trabalhado em várias universidades européias e estava desde jovem no Observatório Astronômico de Córdoba. Desde então, Beck começou a contribuir para a formação de jovens físicos brasileiros, o primeiro dos quais foi Paulo Sérgio.

Quando estive em São Paulo, em 1943, fiz amizade com três colegas: Cesar Lattes, Walter Schützer e Sonja Ashauer. Enquanto estava em Princeton, Lattes se encontrava em Bristol, Inglaterra, trabalhando com Giuseppe Occhialini e Cecil Powell. Sonja estava em Cambridge e trabalhava com Dirac. Schützer se preparava para ir a Princeton para trabalhar com John Archibald Wheeler, que regressava à sua universidade, de volta dos trabalhos no Projeto Manhattan. Tiomno se preparava para ir para Princeton.

Ao regressar ao Rio de Janeiro, comecei a trocar correspondência com esses colegas sobre os nossos trabalhos. A Lattes, que realizava pesquisas em física experimental, nuclear e de partículas, sugeri que voltasse para o Rio de Janeiro, a fim de formarmos um grupo de física teórica e

experimental, de partículas, ao qual certamente se juntariam também outros colegas. Na Universidade do Brasil, e certamente na FNNi, não havia apoio à pesquisa científica – a exceção era o Instituto de Biofísica, criado pelo esforço, pelo prestígio pessoal – e pelo valor – de Carlos Chagas.

Passei os anos entre 1946 e 1949 tentando obter algum apoio, alguma bolsa para estudantes, uma vaga de assistente – quando tentei, em vão, nomear Paulo Leal Ferreira que, com o seu irmão Jorge, cursara física em São Paulo – e dinheiro para aquisição de livros e revistas científicas. Em virtude das dificuldades, abordava o assunto em reuniões da congregação, em artigos e entrevistas (a primeira das quais foi publicada em 1946, no *Jornal de Debates* do Rio, de Matos Pimenta, ocasião em que conheci os meus amigos Haity Moussatché e Herman Lent, do Instituto Oswaldo Cruz).

Finalmente, em 1947, o êxito dos trabalhos de Lattes em Bristol e, em 1948, no Laboratório de Radiação de Berkeley, animou-me. Comecei uma campanha de difusão desses trabalhos; no primeiro número do suplemento *Ciência para Todos*, do jornal do Rio de Janeiro *A Manhã*, do dia 23 de março de 1948, publiquei um artigo sobre a significação da descoberta, pela equipe de Bristol, dos píons. Para isso, foi-me de grande ajuda o saudoso jornalista Lourenço Borges, homem de grande cultura, cujos livros doou mais tarde ao Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Sugeri ao Departamento de Física da FNNi que se solicitasse a criação da cátedra de Física Nuclear para ser oferecida a Lattes – sugestão endossada por Costa Ribeiro e Plínio Sussekund Rocha, aprovada pelo Congresso Nacional e pelo Presidente da República.

Nesta época, Nelson Lins de Barros, recém-chegado da Califórnia, veio me visitar na Faculdade Nacional de

Filosofia para saber dos pormenores da situação da física no Rio de Janeiro, a pedido de Lattes. Ao expor-lhe as dificuldades, convidou-me a visitar o seu irmão, João Alberto Lins de Barros, Ministro do Itamaraty, antigo participante dos movimentos militares de 1922, 1924 e 1930 e figura de prestígio nos meios políticos da época. Após o meu relato, João Alberto, então acompanhado de seus irmãos Nelson e Henry British, me disse que o Rio de Janeiro não poderia deixar de desenvolver atividades em física nuclear e que deveríamos partir para a criação de uma instituição privada, independente da Universidade do Brasil, que procurasse fundos para a pesquisa. Nasceu assim a idéia do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, fundado em 15 de janeiro de 1949, com o apoio financeiro inicial de João Alberto, da Confederação Nacional das Indústrias, bem como de físicos e personalidades como San Tiago Dantas, Álvaro Alberto, Rômulo Almeida, Edmundo de Macedo Soares e Silva, Artur Moses, Costa Ribeiro e Luís Cintra do Prado. Do banqueiro Mário de Almeida obtivemos recursos para a construção do Pavilhão que leva o seu nome, no *campus* da Praia Vermelha da Universidade do Brasil. Da Universidade – com a qual sempre quis estreitar os laços de colaboração do CBPF – obtivemos mandato universitário, e dela trazíamos estudantes para cursos e trabalhos de laboratório. Se colegas como Plínio Sussekund Rocha divergiam da criação de um instituto de pesquisas fora da universidade – uma atitude respeitável e, em princípio, correta –, eu sabia que a adoção dessa atitude implicaria na condenação à ausência de pesquisas em física nuclear na Universidade, na frustração das nossas carreiras e na impossibilidade de criarmos conhecimento científico.

Realizado o concurso para a cátedra de Física Teórica e Física Superior, em fins de 1948, e fundado o CBPF, a 15 de

janeiro de 1949, parti novamente para Princeton, dessa vez para o Instituto de Altos Estudos, a convite de J. Robert Oppenheimer, seu diretor na época, e com uma bolsa da Fundação Guggenheim. Queria mostrar também à minha esposa, Carmita, com quem acabara de me casar, as belezas de Princeton. Foi um ano de reencontro com as atividades intensas naquele instituto onde agora (1949) estavam, além de Oppenheimer, Einstein e Pauli, Oskar Klein, da Academia de Ciências de Estocolmo; Hideki Yukawa, de Tóquio; Abraham Pais, Jack Steinberger e Manuel Sandoval Vallarta, do México; Albert Messiah e Cecile Morette, de Paris; e, como visitantes de curta duração, Niels e Aage Bohr, Christian Moeller, de Copenhague; Paul Dirac, Richard Feynman, bem como Victor Weisskopf, do MIT; e tantos outros. Ali examinei o problema do momento magnético dos nucleons à luz das teorias de pares de mésons e do método da renormalização. Reencontrei-me com Lattes, que veio de Berkeley me visitar em Princeton, quando nos reunimos com Schützer, Tiomno e Hervásio de Carvalho (então em Washington), para conversarmos sobre a física no Brasil e o CBPF. Com Lattes havia mantido correspondência sobre a interpretação dos fenômenos ligados aos píons; igualmente com A. Proca, de Paris, e G. C. Wick, da Califórnia, bem como com Tiomno e Wheeler, que estavam em vias de publicar importante trabalho em que propunham o princípio da interação universal de Fermi.

De volta ao Brasil, em 1950, o meu programa foi impulsionar os trabalhos no CBPF ligados com a Faculdade Nacional de Filosofia. Passei a oferecer cursos, hoje chamados de pós-graduação, que deram lugar a notas mimeografadas e, posteriormente, a livros sobre a teoria atômica da matéria, eletrodinâmica clássica, eletrodinâmica quântica, equações

relativistas e para cuja colaboração recebi preciosa ajuda de Adel da Silveira. Enquanto Tiomno organizava a nossa série de *preprints*, as *Notas de Física*, eu organizava a publicação das *Monografias de Física* e, na década de 1960, a coleção *Ciência e Sociedade*.

Abro aqui um parêntese para dizer que, em 1946, me associei ao Núcleo de Matemática da Fundação Getúlio Vargas (recém-fundada), dirigido por Lélío Gama, que publicava a revista *Summa Brasiliensis Mathematicae*; dirigi então a publicação da *Summa Brasiliensis Physicae*, mas foram publicados apenas dois números, pois o Núcleo de Matemática foi dissolvido com a saída de Paulo de Assis Ribeiro da direção executiva da Fundação e a reorientação exclusiva desta para a área dos estudos de economia.

No ano de 1951, atendendo a nosso convite, Richard Feynman veio para o CBPF e aqui passou seu ano sabático. Juntos discutíamos e nos encantava sua intuição genial, sua extraordinária percepção e sensibilidade. Juntos realizamos um trabalho sobre a descrição do dêuteron pela teoria do campo mesônico pseudo-escalar. Feynman deu cursos na Faculdade Nacional de Filosofia, na Escola Nacional de Engenharia (sobre cálculo numérico), no CBPF, e nos estimulou – Elisa Frota Pessoa, Tiomno e eu – a propor e executar novos métodos de ensino da física na universidade.

No mesmo ano de 1951, concedemos bolsa de estudos a dois jovens graduados de Buenos Aires, Daniel Amati e Alberto Sirlin, que daqui partiriam depois para a Europa e para os Estados Unidos, respectivamente, para serem os brilhantes físicos que são hoje. Foi uma época de grande entusiasmo, pois víamos realizarem-se no Rio de Janeiro as condições de trabalho que havíamos visto em boas universidades (ver G. L. Brownell, *Physics in South America*,

Physics Today 5, 1952). Tivemos auxílio da UNESCO, que nos enviou físicos como Gert Molière, de Tübingen, Giuseppe Occhialini e Ugo Camerini, de Bristol, e técnicos como H. Schwartz, da Alemanha, e G. Hepp, da Holanda. Para o CBPF vieram jovens de vários países: Oscar Troncoso, da Bolívia, Jack Davidson e Charles Dubbs, dos Estados Unidos, Alberto Vidal e López Carranza, do Peru, Mário e Myriam Giambiagi, Andrés Kalnay, Suzana e Anibal Caride, Horácio Panepucci, da Argentina, e Feliciano Sanchez-Sinencio, do México, que se tornaram os líderes que são hoje em suas especialidades.

Elisa Frota Pessoa desenvolvia o laboratório de emulsões nucleares dirigido por Lattes, e eram retomados os trabalhos de colaboração sobre radiação cósmica com o Laboratório de Física Cósmica, de Chacaltaya, Bolívia, para onde iam, frequentemente, Lattes e Camerini, Souza Barros, Roberto Salmeron, Suzana Lehrer e Ricardo Palmeira.

Ainda no ano de 1951, houve um fato importante: a criação do Conselho Nacional de Pesquisas, sonho de tantos de nós, dos pioneiros da Academia Brasileira de Ciências, Álvaro Alberto, Artur Moses, Carneiro Felipe, ao lado de quem trabalhávamos agora para que fosse criado o Conselho. No Rio de Janeiro e em São Paulo, já sob os auspícios do CNPq, realizou-se um simpósio internacional sobre novas técnicas de pesquisas em física, que trouxe ao Brasil físicos como Eugene Wigner, Emilio Segrè, Sergio de Benedetti, Isidor Rabi, Manuel Vallarta, Marcos Moshinsky e Leona Marshall.

Em São Paulo, ao lado de Mário Schenberg, estava David Bohm, vindo de Princeton; ao lado de Marcello Damy, José Goldemberg e Elly Silva realizavam pesquisas experimentais sobre o efeito fotonuclear com o Bétatron, primeiro acelerador de partículas instalado no país; em São Paulo,

estava Oscar Sala, que instalava o acelerador Van der Graaf e a ele juntavam-se, entre outros, Amélia e Ernst Hamburger. Apesar das dificuldades, estávamos ganhando a luta pela ciência no Brasil – nas pegadas dos biólogos, pioneiros do Instituto Biológico de São Paulo – e a física, agora amparada pelo CNPq, desenvolvia-se em São Paulo e no Rio de Janeiro. Estávamos nas fronteiras da física. A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, fundada em 1948, com a dedicação de tantas pessoas das duas capitais, que simbolizo em Maurício Rocha e Silva e Haity Moussatché, reunia anualmente especialistas de todos os ramos da ciência para discutir seus trabalhos e as questões históricas, filosóficas e sociológicas da ciência em nosso país.

Na física teórica, além de Tiomno, que passou a integrar o CBPF desde seu retorno de Princeton, tínhamos também Guido Beck – que decidira deixar o Observatório de Córdoba para aceitar o convite que lhe fizemos, ambos dotados de experiência internacional, energia e qualidades excepcionais de pesquisadores. Formávamos uma equipe em harmonia e os convidei para integrar também o quadro da cátedra de Física Teórica na FNF. Nesta faculdade e no CBPF formavam-se jovens físicos brilhantes, tais como Samuel MacDowell, Fernando de Souza Barros, do grupo de pernambucanos enviados por Luiz Freire; Herch Moysés Nussenzweig, que Beck descobriu em São Paulo, Luís Carlos Gomes, e tantos outros: George Rawitscher, Colber de Oliveira, José de Lima Acioli, Sarah de Castro Barbosa, Anita Macedo, Carlos Márcio do Amaral, Délia e Erasmo Ferreira, Nicim Zagury e Luciano Videira, Sônia Franco da Cunha e Solange de Barros, Ximenes da Silva, Roberto Moreira, Alberto Guimarães, Mário Novello e Sérgio Jofilly. E o saudoso e inesquecível Jorge André Swieca e tantos e tantos outros.

Nos meados da década de 1950, Mário Schenberg, em São Paulo, Lattes, Tiomno e eu, no Rio de Janeiro, pregávamos a necessidade de desenvolvimento no Brasil de outros setores da pesquisa física, em particular da física do estado sólido. Nessa época, Jacques Danon e Luis Marquez, especialistas em radioquímica, ingressavam no CBPF, e, em seguida, Micheline Levy Nussenzweig. A partir daí, saíram os departamentos de matéria condensada para os quais atraí, de São José dos Campos, George Bemski, quando fui diretor científico do CBPF, na década de 1960.

De 1950 a 1952, continuei a trabalhar na teoria dos campos e formulei o espaço de Fock relativista, uma contribuição feita simultânea e independentemente por Arthur Wightman e Silvan Schweber, em Princeton, e Maurice Jean, em Paris.

Em 1953, além de Feynman, visitou-nos Léon Rosenfeld, diretor do Instituto Nórdico de Física Atômica Teórica (NORDITA), de Copenhague, físico com importantes contribuições à teoria dos campos e adepto militante da interpretação da mecânica quântica, segundo a chamada Escola de Copenhague.

De 1953 a 1955 passei a interessar-me pela descrição teórica de reações nucleares, publicando trabalhos com Luís Carlos Gomes – que faria nos anos seguintes importante trabalho com Walecka e Weisskopf no MIT – e José Goldemberg, com quem fui um dos primeiros a pôr em evidência o efeito dos números mágicos dos núcleons nas reações fotonucleares.

O ano de 1954 foi de grande crise política no Brasil. O suicídio do Presidente Getúlio Vargas e o governo que o substituiu afetaram profundamente a política nacional de energia atômica. Pois desde sua criação, em 1951, o CNPq,

sob a presidência de Álvaro Alberto, havia estabelecido pela primeira vez uma política científica nacional, que consistia na concessão de bolsas de estudos e de pesquisas, no País e no exterior, de auxílios a institutos científicos e universidades, e, inclusive, na complementação de salários para a dedicação exclusiva de pesquisadores e na criação de instituições científicas importantes para o país, como o Instituto de Pesquisas da Amazônia — uma região veladamente ameaçada na época de internacionalização — e o Instituto de Matemática Pura e Aplicada; e em facilidades para a importação e a construção de equipamentos necessários à investigação científica. O CNPq, em cooperação com o CBPF, havia ainda planejado a instalação de um sincrociclótron de 400MeV no Brasil — quando Roberto Salmeron veio de São Paulo, seguindo logo depois para a Inglaterra, onde se tornaria o famoso especialista que é em física experimental de partículas.

Sobretudo, o CNPq havia estabelecido uma política nacional de desenvolvimento da energia atômica que certamente defendia os interesses nacionais. Contra essa política investiu o governo que se instalou logo após o suicídio de Vargas, o qual a modificou para atender aos interesses de grupos ligados à política de energia atômica hegemônica dos Estados Unidos. Fui testemunha de alguns desses acontecimentos, pois integrei, a partir de 1955, a Comissão de Energia Atômica do CNPq, quando então tive acesso a documentos oficiais, às cartas trocadas entre Álvaro Alberto e o Presidente Vargas e às atas das reuniões secretas do Conselho Deliberativo do CNPq.

Ainda em 1955, fui um dos secretários científicos da primeira conferência internacional sobre a utilização pacífica da energia atômica, sob os auspícios da ONU, encarregada de receber os inúmeros trabalhos, até então secretos, sobre as

diversas especialidades da energia atômica e de organizar a conferência. Este foi um grande acontecimento e na sede da ONU, em Nova Iorque e em Genebra, era patente a disputa política pelo prestígio decorrente da capacidade de um país dominar a ciência e a tecnologia nucleares. A respeito desses aspectos da conferência escrevi a Costa Ribeiro, a Artur Moses, bem como a San Tiago Dantas e a Alceu Amoroso Lima.

De regresso ao Brasil, discuti com colegas, sobretudo Schenberg, Marcello Damy, José Goldemberg, Elly Silva e Paulo Saraiva, sobre a questão da física e da energia nuclear no Brasil. Propus ao CNPq que fosse criado um laboratório nacional de energia nuclear que reunisse jovens egressos das várias universidades do País e que estudassem e pesquisassem, em cooperação com laboratórios de outros países, e que tivessem adquirido a capacidade de adaptar, desenvolver e criar equipamentos e técnicas nucleares, em particular reatores de pesquisa e de potência. Essa proposta foi derrotada: criou-se um instituto de energia atômica na Universidade de São Paulo, seguido de outro na Universidade de Minas Gerais e de outro no Rio de Janeiro, na Universidade do Brasil. Embora esses institutos não fossem destituídos de interesse — pois neles passaram a trabalhar colegas capazes e de valor —, a verdade é que se perdia assim a possibilidade de um esforço nacional, tornando-se fragmentado por competições menores de prestígio acadêmico.

Comecei a debater essas questões, fiz conferências no Instituto Superior de Estudos Brasileiros, critiquei o endosso dessa política fragmentada pela recém-criada (1956) Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) em reuniões pro-movidas pela SBPC e escrevi nas revistas *Ciência e Cultura* e *Tarea Universitaria de Buenos Aires*. Em 1958, publiquei artigo na *Revista do Clube Militar*, ano 31, n. 153, intitulado

“O problema da energia atômica no Brasil”. Levei a discussão a reuniões da Congregação da Faculdade Nacional de Filosofia, à Escola Técnica do Exército, na presença de técnicos americanos e, mais tarde, ao *Bulletin of the Atomic Scientists*, de Chicago, e às Conferências Pugwash sobre a Ciência e as Questões Internacionais, que passei a integrar a partir de 1967.

Em 1956, desliguei-me temporariamente dessas atividades, voltei à pesquisa científica e, a convite de Richard Feynman, fui para o California Institute of Technology (CALTECH), em Pasadena – onde estavam Murray Gell-Mann, Robert Christy e R. Bacher. No CALTECH fiz um trabalho sobre a captura de múons por núcleos leves, que revelou a existência do chamado acoplamento pseudo-escalar induzido nas interações fracas, pouco antes dos trabalhos de Lincoln Wolfenstein, Melvin Goldberger e S. Treiman.

De volta ao Brasil, em 1958, provocado por trabalho de Feynman e Gell-Mann que atribuiu a forma vetorial menos axial às interações fracas, pensei que os fótons e os bósons vetoriais, responsáveis pelas forças eletromagnéticas e pelas interações fracas, respectivamente, deveriam pertencer à mesma família, formar um multiplete, e, em consequência, as constantes de acoplamento das duas interações deveriam ser iguais. Desta igualdade, obtive uma massa elevada para os bósons vetoriais, da ordem de grandeza da que foi estabelecida mais tarde por Steven Weinberg e Abdus Salam, em seu modelo das interações eletrofracas, e medido experimentalmente pela equipe UA1 do Centre Européen de Recherches Nucléaires (CERN), há um ano. Em 1958, entretanto, não era conhecido o mecanismo de geração de massas; para pertencer a um multiplete com os fótons, os bósons vetoriais deveriam ter massa nula, se não houvesse quebra de simetria. A unificação

das forças eletromagnéticas e fracas implícita nesse trabalho foi formulada rigorosamente cerca de dez anos mais tarde por Glashow, Salam e Weinberg. Ainda no mesmo artigo de 1958, admiti a existência de bósons vetoriais neutros, também previstos no modelo de Salam-Weinberg, e dei critério de verificação na colisão elástica elétron-nêutron. Foram há um ano produzidos no CERN.

Em 1959, Marcos Moshinsky, do México, Juan José Giambiagi, de Buenos Aires, e eu decidimos fundar a Escola Latino-Americana de Física (ELAF), que se realizaria anualmente, por rotação, em cidades do nosso continente, começando pelo México, Rio de Janeiro e Buenos Aires. Com Moshinsky tinha amizade desde os meus tempos de estudante em Princeton. Giambiagi veio para o CBPF a meu convite em 1953, quando regressava dos seus estudos na Inglaterra, e era também meu velho amigo – assumiu, em 1956, a cátedra de Física Teórica na Universidade de Buenos Aires.

A primeira ELAF teve lugar na Universidade Nacional Autônoma do México, em seu belo *campus*, e dela fui um dos professores, ao lado de Moshinsky, de Wigner e de Maurice Lévy, de Paris. Organizei a segunda ELAF em 1960, no Rio de Janeiro, no CBPF, a qual teve como professores, além de Oscar Sala e Jayme Tiomno, Chen Ning Yang, de Princeton, Giampetro Puppi, de Bolonha, e Wataghin, de Turim.

Em 1963, realizou-se no CBPF, após a de Buenos Aires, realizada em 1961 e a do México, em 1962, a quinta ELAF, e para essa Escola convidei, entre outros, Feynman, do CALTECH, André Lagarrigue, de Paris, e Salmeron, do CERN. A crise política desencadeada em 1964 foi obstáculo à continuação da realização da Escola entre nós. A ELAF de 1966 realizou-se em Caracas, à qual compareci como um dos professores.

Em 1969, de regresso ao Brasil, tentei realizar a décima primeira ELAF, mas o meu afastamento desta Universidade em abril do mesmo ano acarretou a suspensão dessa Escola. Já em 1967, após o golpe militar Onganía, na Argentina, a nona ELAF se deslocou para Santiago do Chile.

Antes de falar a respeito do encerramento das minhas atividades nesta Universidade, por medida do regime militar que se instalou no País em 1964, lembrarei ainda, rapidamente, outras atividades de que participei. Em 1957, com o apoio de San Tiago Dantas, então diretor do *Jornal do Commercio* do Rio de Janeiro, dei início a uma campanha – ajudado pelo jornalista Mário Cunha – em favor da criação de uma fundação para o desenvolvimento da ciência e tecnologia, com a contribuição dos empresários brasileiros que julgassem ser do interesse nacional uma tal fundação. Não saiu a fundação.

No ano de 1961, em meio à crise política desencadeada pela renúncia do Presidente Jânio Quadros, assumiu a presidência João Goulart, cuja política de reformas básicas, julgava, como cidadão, importante para o País. Como físico, membro do Conselho Deliberativo do CNPq, como diretor científico do CBPF eleito em 1960, como professor da Universidade do Brasil (onde, em rotação com Costa Ribeiro e Plínio Rocha, fui várias vezes chefe do Departamento de Física da FNFfi), batalhei para que o CNPq, como organização nacional de apoio à pesquisa, fosse revigorado – pois seus recursos foram drasticamente reduzidos com a inflação e o seu presidente, que despachava com o Presidente da República no tempo de Getúlio Vargas, passava a ser recebido por um auxiliar da Casa Militar da Presidência.

Como o Governo Goulart pretendia reorganizar a administração federal e, assim, retirar da subordinação direta

da Presidência da República vários órgãos, entre eles o CNPq, que passaria a integrar o Ministério da Educação – já tão tomado de tarefas essenciais à Nação –, propus e lutei com vários colegas e amigos como Haity Moussatché, Walter Oswaldo Cruz, Herman Lent, assim como Artur Moses, presidente da Academia de Ciências, entre outros, para que o Governo criasse o Ministério da Ciência e Tecnologia – proposta adotada em seguida pelo CNPq e pelo Ministro da Reforma Administrativa. Em artigo intitulado “Por uma política científica nacional”, publicado na coleção *Ciência e Sociedade* do CBPF, v. 1, n. 9, 1964, dei as razões dessa proposta e projetos de estrutura do possível Ministério da Ciência.

Preocupava-me, mais de perto, a fragilidade atingida pela situação da pesquisa física no Rio de Janeiro – declínio no CNPq, falta de regime de dedicação exclusiva na universidade, falta de recursos para salários, no CBPF, comparáveis aos dos professores da Universidade de São Paulo. Propus assim, agora em 1959, ao regressar da primeira ELAF, no México, e de Buenos Aires, ao Conselho Técnico-Científico do CBPF, que lutássemos junto ao Itamaraty e à UNESCO pela criação de um Centro Latino-Americano de Física, com sede no CBPF, com recursos de governos latino-americanos e da UNESCO, capaz de dinamizar o intercâmbio entre físicos no continente. Essa proposta foi finalmente vitoriosa graças ao apoio que nos deram Paulo de Berredo Carneiro, Embaixador do Brasil na UNESCO, e Renato Archer, Vice-Ministro das Relações Exteriores do Governo Goulart.

Apesar dos maiores obstáculos de ordem financeira e política, o CLAF realizou, sob a direção de Gabriel Fialho e de Roberto Costa, um programa de intercâmbio de física na América Latina – mas é certo que a falta de apoio atual do governo brasileiro ameaça a própria existência do CLAF, em

face de iniciativas dinâmicas em outros países do continente, que aspiram à criação de centros internacionais, alguns inspirados pelo Centro Internacional de Física Teórica de Trieste.

Se me permitem, voltarei rapidamente ao fim da década de 1950, quando se iniciaram os trabalhos para a construção de Brasília. Reunimos, um grupo de professores e pesquisadores, na casa de Darcy Ribeiro – Haity Moussatché, Maria Yedda Linhares, minha mulher Maria Laura, Walter Oswaldo Cruz, Maurício Rocha e Silva e tantos outros – e aí nasceu a idéia da criação da Universidade de Brasília. Aceitei a incumbência de organizar o Instituto Central de Física da futura universidade e para isso chamei vários colegas para formarem comigo um Conselho Diretor, entre eles, Roberto Salmeron, do CERN – daí resultando um projeto, programas e pedidos de auxílio ao Fundo Especial das Nações Unidas.

Um dia, no ano de 1963, recebi a visita de José Pelúcio Ferreira, economista do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE). Disse-me que havia lido na revista *Tempo Brasileiro*, v. 1, n. 2, 1962, meu artigo sobre “Centros nacionais de treinamento e pesquisa para o desenvolvimento brasileiro”, no qual chamava atenção para a necessidade de formação científica do engenheiro e propunha que se oferecessem cursos avançados, de pós-graduação, em centros nacionais de pesquisa e formação de cientistas e tecnólogos. Nossas conversas foram seguidas de um encontro com o presidente do BNDE, o economista Magrassi de Sá, e daí nasceu a entrada deste banco no apoio à ciência e à tecnologia, através do Fundo para a Tecnologia e Ciência (FUNTEC), então criado – e que se transformaria, subseqüentemente, na FINEP.

No ano de 1964, após o estabelecimento do regime autoritário no Brasil, um estado de desânimo e preocupação

permeou as universidades e institutos científicos, em consequência, notadamente, da instauração de inquéritos policial-militares nesses estabelecimentos.

Fui chamado para depor em dois desses inquéritos, um na Universidade do Brasil e o outro no Instituto Superior de Estudos Brasileiros, onde a atuação de membros desse instituto – homens do calibre de Hélio Jaguaribe, Cândido Mendes, Guerreiro Ramos, Roland Corbisier, Álvaro Vieira Pinto e Inácio Rangel –, em favor das reformas básicas, do desenvolvimento, do nacionalismo, era considerada subversiva.

Antes disso e logo após o golpe de 1964, fui chamado pelo presidente recém-nomeado do CNPq, Antônio Couceiro, para o posto de conselheiro científico que seria criado pelo Governo na Embaixada Brasileira em Washington. Como não estava de acordo com o que se estava implantando no país, recusei a oferta e preferi aceitar convite de Maurice Lévy para ser professor visitante – em francês *professeur associé* – na Faculdade de Ciências de Orsay, em Paris. Ao buscar o passaporte para partir para Paris fui preso por ordem de um dos responsáveis pelo inquérito.

Em 1966, fui dar um curso em Caracas e lá, informado do que ocorria no Brasil, sofri um infarto, o que me fez voltar para Paris.

Ao regressar ao Rio de Janeiro, em março de 1967, retomei minhas atividades na universidade e no CBPF – tendo deixado de ser membro do Conselho Deliberativo do CNPq e diretor científico do CBPF. O reitor da Universidade Federal do Rio de Janeiro – novo nome da Universidade do Brasil – convidou-me, então, para ser o diretor *pró-tempore* do Instituto de Física, em fase de transferência para a Cidade Universitária.

Com o apoio de Antônio Couceiro e José Pelúcio, apresentei ao reitor o projeto de instalação no Instituto de um acelerador de partículas de energias intermediárias – com o tempo, o Bétraton e o Van der Graaf de São Paulo estavam superados e era necessário, a meu ver, um novo programa que dinamizasse a física nuclear no Brasil. Apresentei um programa de contratação de professores brasileiros que estavam no exterior. Pensava em Fernando de Souza Barros, então na Universidade de Carnegie-Mellon, Pittsburgh, em Jean Meyer, no Centro Nuclear de Saclay, em Roberto Salmeron, na Escola Politécnica de Paris, em Samuel MacDowell, na Universidade de Yale, e em Moysés Nussenzveig, na Universidade de Rochester. Na época, o Instituto de Pesquisas da Marinha, através de seu diretor, o almirante J. Messiano, meu antigo colega do Conselho Deliberativo do CNPq, ofereceu colaboração ao nosso projeto.

Chegamos, entretanto – enquanto se realizavam os estudos sobre o acelerador –, ao mês de dezembro de 1968, quando foi adotado pelo governo brasileiro o Ato Institucional nº 5 (AI-5), o qual dava poderes ditatoriais ao Presidente. No mês de abril de 1969, com a minha mulher, matemática, e com dezenas de professores e pesquisadores no Brasil, fui afastado, à força, desta Universidade.

Solicitei licença sem vencimentos do CBPF para ir para o exterior, pois recebi convites do Instituto de Altos Estudos de Princeton, das universidades de Estrasburgo, do México e da Universidade Carnegie Mellon, de Pittsburgh. Optei por esta, que me enviou imediatamente o bilhete de avião. Um mês após a minha chegada a Pittsburgh, recebi do presidente do CBPF e ex-presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear, almirante Octacílio Cunha, comunicação de que me demitira do cargo de professor titular do CBPF – e logo

dele que, meses antes, quando fui aposentado na universidade, me disse que poderia tranquilamente continuar os meus trabalhos de pesquisa no CBPF.

De Pittsburgh, em junho de 1970, segui para Estrasburgo, a fim de aceitar o convite para uma posição que se tornaria permanente na Universidade Louis Pasteur. Em Estrasburgo, em 1970, assumi as minhas funções como professor visitante. Depois de estabelecido em apartamento com a minha mulher, Maria Laura, e a minha filha Angela, então com doze anos de idade, comecei os meus cursos na Faculdade de Ciências; um para os estudantes do MP-2 sobre física atômica, outro para os estudantes de pós-graduação (*troisième cycle*) sobre simetrias na física dos campos e das partículas. Em 1972, fui convidado a dar um curso na Universidade Central da Venezuela, em Caracas, e a participar da reunião da Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia (AsoVAC), em Maracaibo, quando estivemos hospedados na casa de Andrés J. Kalnay. De Caracas fomos para o México onde participei de um curso organizado por Feliciano Sanchez Sinencio, ao lado de Richard Feynman, sobre física de partículas.

De regresso à Europa, participei, em setembro de 1972, do Congresso da Pugwash, realizado em Oxford. A universidade de Oxford é encantadora, com seus belos edifícios góticos, sua biblioteca toda construída com madeira nobre proveniente da Jamaica. Lá estavam vários membros veteranos de Pugwash, tais como H. Alfvén (Suécia), E. H. S. Burhop (físico do Bierbeck College), F. Calógero (Universidade de Roma), C. Djerassi, R. L. Garwin, Y. de Hemptinne (UNESCO), E. Amaldi (grande amigo de Roma), F. A. Long, E. Rabinowitch, J. Rotblat, Phil Smith (Holanda) e T. Toyoda (Japão). O presidente da conferência foi o professor Rudolf

Peierls, que teve a extrema gentileza de traduzir para mim, em mesa de almoço, uma discussão com os físicos russos P. A. Cherenkov e V. S. Emelyanov.

Em Estrasburgo, estava criada a Universidade Louis Pasteur, que incorporava a Faculdade de Ciências e a Faculdade de Medicina, entre outras, e, em 1974, fui nomeado, excepcionalmente – pois era estrangeiro –, professor titular dessa universidade. Durante dez anos vivi com Dominique Spehler, que fez tese de doutorado comigo, enquanto Maria Laura regressava ao Rio com Angela, que se preparava para a universidade.

As minhas atividades científicas se intensificaram em Estrasburgo, com a publicação de artigos originais, de vários livros, com reuniões em Paris, Aix-en-Provence, Groningen, Munique, Dubrovnik, em Trieste, etc. Em 1985, agraciado com o Prêmio Estácio de Sá, oferecido pelo Governo do Rio de Janeiro, vim a esta cidade. No mesmo ano, recebi a Ordem do Rio Branco, no grau de Grande Oficial, e várias outras medalhas subseqüentes.

Em 1986, com a redemocratização do Brasil, aceitei convite do Ministro da Ciência e Tecnologia, Renato Archer, para voltar ao Brasil.

Aqui cesso esta minha digressão. Na França, a acolhida fraternal e generosa que recebi permitiu-me desenvolver plenamente minhas atividades. Se no Brasil as pessoas ligadas ao poder desejavam silenciar-me, não silencieei.

Tantas pessoas deixei de mencionar e que me deram ajuda essencial ao longo de todos esses anos. Minha família, Carmita, Maria Laura, Dominique, Christiane, Anna Maria, meus filhos José Sérgio, Sylvio Ricardo e Angela.

Recordo os companheiros de Princeton, Luis Nanni, Thomas Coor, Mildred Van Overen, em nossas andanças

pelos teatros e museus de Nova Iorque, Washington, Chicago; e Félix Recillas e Jorge Mendez.

Relembro a figura de Antônio Aniceto Monteiro, matemático português que deu importante contribuição à matemática no Brasil enquanto aqui esteve como professor na FNFi, até que pressões políticas oriundas do regime salazarista de Portugal tiveram força suficiente, nesta universidade, àquela época, para afastá-lo.

Lembro da Pensão Internacional de Santa Teresa no Rio de Janeiro, para onde fui em 1946, depois de casar-me e assumir a cátedra na Faculdade Nacional de Filosofia. Ali estavam os Monteiro, o casal de pintores Maria Helena Vieira da Silva e Arpad Szenes, mundialmente famosos, o pintor Carlos Scliar, o saudoso crítico de arte Rubem Navarra e os nossos vizinhos e amigos, os ceramistas Anna e Adolpho Soares, num ambiente onde pairava talvez a sombra de Isadora Duncan, que lá – dizem – havia se hospedado e para onde iam, freqüentemente, à noite, Murilo Mendes, Manuel Bandeira, Heitor Grillo e Cecília Meirelles. Evoco o apoio que recebi na década de 1940 e 1950, dos conselheiros científicos da Embaixada da França, entre eles Madame Gabrielle Mineur, do Conselho Britânico. No Conselho Científico da Embaixada Americana no Rio de Janeiro, em 1969, devo a Mr. Hudson os esforços realizados para a minha partida para Pittsburgh.

Invoco na década de 1940, no *Quartier Latin* do Rio de Janeiro, o Catete, as discussões sobre cinema conduzidas por Vinicius de Moraes e Plínio Sussekkind Rocha e as discussões com companheiros como Guerreiro Ramos, sobre Platão e Rainer Maria Rilke. Relembro encontros no gabinete de Simeão Leal, no Ministério da Educação; os encontros com colegas de outras especialidades na Faculdade Nacional

de Filosofia – o que a velha instalação na cidade permitia –, como Roberto Alvim Correa, Manuel Bandeira, Josué de Castro Vieira Pinto, Hilgard Sternberg, Thiers Moreira, Maria Yedda Linhares, João Cristóvão Cardoso, Alceu Amoroso Lima, Vitor Nunes Leal, Oliveira Castro, Otto Maria Carpeaux – então chefe da Biblioteca da FNFfi – e Júlio de Sá Carvalho. As discussões sobre filosofia com René Poirier, o grande epistemólogo da Sorbonne, A. Ratisbona e Iremar Pena. Aqui paro pois este relato.

Em 1964, começou a descer sobre o Brasil uma longa noite, sem estrelas no céu; a escuridão se tornaria ainda mais densa em 1969. Somente alguns, os donos das companhias de força, faziam luz em suas casas, e as forneciam aos privilegiados, aos amigos da noite.

Muitos, entretanto, muniram-se de velas e candeeiros, que reacendiam quando se apagavam, como resistência às trevas, e ao povo disseram que a luz voltaria, que teriam luz em suas casas e que a escuridão seria seguida de dias de sol e noites de estrelas – as estrelas subiriam para os céus.

No horizonte percebemos, atualmente, a claridade anunciadora da luz que vai nascer. As pessoas saíram de casa e clamam pelo direito ao trabalho, à remuneração condigna do trabalho; pedem educação e proteção à saúde, para que tenhamos ciência, tecnologia, poesia e arte, cultura, e, sobretudo, liberdade, dignidade e soberania nacional.

Com esta Universidade e as demais do País, com a educação generalizada e as mudanças de estrutura necessárias, o povo brasileiro certamente encontrará seu destino maior.

REFLEXÕES SOBRE A UNIVERSIDADE*

A universidade como fonte de criação de conhecimento

Entre as estruturas do ensino superior podemos distinguir a *universidade*, que deve abranger necessariamente a pesquisa e o ensino, o *instituto superior de tecnologia*, destinado à investigação e à formação de profissionais em tecnologias clássicas e avançadas, e o *instituto de ensino superior*, que poderá formar profissionais sem que nele haja investigação científica.

A finalidade primordial da universidade e de seus institutos, seu primeiro princípio, é a criação de conhecimento novo. A pesquisa científica, a procura dos princípios e mecanismos que conduzam à inovação tecnológica, os estudos literários e as especulações filosóficas, a criação artística, a investigação em todos os domínios da ciência e da cultura são os objetivos primeiros, os postulados da universidade no

* Publicado em *Ciência e Sociedade*, CBPF-CS-007/85.

mundo contemporâneo. Todo o resto decorre daí: a formação dos cidadãos, a fim de que exerçam funções especializadas em todas as áreas das humanidades, da ciência, da tecnologia, das profissões liberais, e a educação dos jovens para que exerçam a vida e continuem a obra de construção do Brasil serão atividades fundamentais da universidade. A formação dos jovens na universidade se processa naturalmente pela prestação do ensino, pela comunicação das bases necessárias às suas atividades profissionais, num processo de transmissão do essencial do patrimônio cultural e científico da humanidade acumulado ao longo de sua história e que seja relevante para a cultura básica dos cidadãos e para sua eventual especialização. E nesse processo é fundamental a transmissão do espírito de pesquisa, as interrogações de quem busca idéias novas. A prestação do ensino num ambiente em que não se faz a pesquisa científica, numa universidade sem laboratórios, sem bibliotecas adequadas, sem os instrumentos e, sobretudo, sem os homens indispensáveis para a criação de conhecimento, para a invenção de pensamento e mecanismos originais, tal prestação de ensino é estéril, é um ensino livresco, repetição exclusiva e monótona do que outros fizeram e escreveram.

Eliminada a criatividade como função primeira da universidade, esta será uma universidade de segunda categoria, que não prestará senão um ensino rotineiro, uma educação sem vitalidade.

Sê admitirmos este princípio, será claro que a escolha dos que deverão exercer as atividades docentes na universidade não poderá basear-se senão nas qualidades de pesquisa e de criatividade dos professores, no seu mérito, revelado em suas publicações, em suas conferências e preleções, em suas atividades de pesquisa, em sua capacidade de formar jovens, de bem orientá-los no domínio no qual são especialistas.

Não há segredo na constituição de uma boa universidade, não há mistérios indecifráveis, embora as condições históricas, políticas e sociais reinantes num dado país e o seu estágio de desenvolvimento nem sempre permitam a adoção das condições ideais e mesmo razoáveis para a estruturação de uma boa universidade.

Nos Estados Unidos da América como em países da Europa Ocidental, reconhecem-se as excelentes universidades que contribuem para o desenvolvimento científico e tecnológico, para o avanço cultural e para o progresso econômico desses países. Estas tomaram, e são, parte essencial na evolução do pensamento. Não existe nenhum país destes onde o critério de escolha dos professores não seja o da criatividade.

Ao procurar estender a educação universitária à mocidade dos meios rural e fabril, defrontou-se o governo soviético, entre 1917 e 1920, com dificuldades que só foram superadas com a organização de escolas secundárias destinadas a preparar os trabalhadores para as universidades. Como regra geral, essas escolas tiveram de recrutar pessoal docente mais qualificado que o das escolas convencionais, e o aperfeiçoamento das condições de trabalho e de salário para os professores das escolas secundárias e das universidades passou a ter prioridade.

Na China, sabe-se hoje do efeito desastroso produzido no seu sistema universitário e científico pela famosa Revolução Cultural, pelas patrulhas ideológicas que perturbaram a vida dos *scholars* e cientistas chineses.

É fundamental, pois, reconhecer que a democratização da educação universitária não pode ser equivalente à massificação desfigurada, à criação desordenada de faculdades sem uma política de ensino superior baseada na competência do pessoal docente.

Não se pode tampouco esquecer que, se a universidade deve servir ao desenvolvimento nacional, deve prestar serviços e buscar integrar-se com os meios de produção, não pode transformar-se em apenas um conjunto de instituições de ensino profissional.

As criações nascidas nos laboratórios e nos gabinetes universitários devem certamente ser utilizadas pela sociedade; contratos passados entre institutos universitários e empresas para o desenvolvimento de pesquisas de ciência aplicada e tecnologia devem ser estimulados. Mas o princípio fundamental da universidade deve ser a criação de conhecimento novo, a busca do saber.

A universidade, a difusão do conhecimento e a formação de profissionais. Universidades e institutos universitários de tecnologia

Pelo exposto, é claro que, se o primeiro princípio de uma universidade é a busca de conhecimento novo, seu segundo princípio é, necessariamente, o da transmissão do conhecimento, o ensino e a difusão da ciência, da tecnologia, das letras, das artes, e, no caso do Brasil, a formação de profissionais aptos a trabalhar, a contribuir para o conhecimento da realidade brasileira e para o bem-estar dos cidadãos.

Uma universidade terá assim, necessariamente, institutos de pesquisa básica, institutos de ciência aplicada e pesquisa tecnológica e faculdades de formação profissional. Nela poderão ainda integrar-se escolas de ensino técnico de nível superior. Mas se a universidade se tornar muito grande, será mais difícil a eficácia do seu funcionamento. Poderíamos, assim, propor que fossem criados, além das universidades, e fora das universidades, *institutos universitários de tecnologia*

ou escolas superiores de formação de técnicos. Esta formação, tão desprezada tradicionalmente no Brasil, deve ser estimulada e apoiada.

Desta maneira, em determinadas regiões do Brasil existiriam não necessariamente universidades, mas institutos universitários de tecnologia, abrangendo centros diversos de formação e de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, mais adaptados aos problemas e interesses de cada região.

Por que deveriam existir universidades, com a mesma estrutura e idênticas escolas de formação, em todos os cantos do Brasil? Por que a vaidade do governo local e de cidadãos de uma determinada região leva a exigir uma universidade quando igualmente importante e mais adequado à região seria um instituto superior de tecnologia que congregasse centros de pesquisa e formação em áreas de tecnologia tradicional e tecnologias novas – sem a necessidade de faculdades tradicionais acessíveis em regiões próximas? A experiência da França com os seus institutos universitários de tecnologia é um exemplo a ser estudado.

Todas as universidades, todos os institutos superiores de tecnologia, todos os centros de treinamento e formação profissional deverão ter pessoal docente competente, professores que não se limitarão apenas a transmitir o que está escrito nos tratados, mas que se aplicarão a desenvolver novas técnicas, aparelhos e mecanismos em seu domínio especial, que se aplicarão a descobrir novos métodos e técnicas de ensino. Somente assim serão todos esses estabelecimentos centros de excelência, e é isso o que devemos querer para o Brasil – centros de excelência: universidades, escolas técnicas de nível superior e de nível médio, institutos universitários de tecnologia e faculdades de formação profissional.

De nada adianta estabelecerem-se estruturas uniformes, leis e regimentos sobre o ensino superior, se cada universidade, se cada instituto universitário de tecnologia, se cada conjunto de faculdades de formação profissional não tiver autonomia para se constituir, para recrutar seu pessoal docente e de pesquisa na base do mérito e da competência, se não tiver recursos e autonomia real de gestão para implementar esses princípios.

Os primeiros princípios da universidade

Assim – não é demais repetir –, eis os dois princípios sobre os quais se devem erguer as universidades no Brasil – tal como ocorre nos países desenvolvidos do mundo inteiro:

1 - criação de conhecimento novo através da pesquisa científica, das especulações e estudos em todos os domínios da ciência pura e aplicada, tecnologia, literatura, artes, filosofia;

2 - formação de cidadãos aptos a exercer funções especializadas em todas as áreas da ciência, da tecnologia, das humanidades e das diversas profissões, através do conhecimento do patrimônio cultural e científico da humanidade, da prática e do estudo das realizações e problemas do Brasil.

As universidades devem desempenhar papel importante no desenvolvimento da ciência e da cultura no país, ao lado das instituições independentes de pesquisa e, em consequência, devem ser dotadas de pessoal docente de *mais alta qualificação científica* e de bibliotecas e equipamentos de laboratórios em constante renovação.

As universidades devem dar aos estudantes um treinamento científico básico amplo e, ao mesmo tempo, comunicá-lhes um conhecimento aprofundado em uma especialidade.

Sem uma formação científica suficientemente ampla, o estudante corre o perigo de tornar-se um especialista sem uma *visão* adequada dos campos que fundamentam a especialidade. Por outro lado, sem especialização, o estudante não pode aprender como penetrar em profundidade nos pormenores do seu campo de estudo. Sobretudo, o estudante universitário deve preparar-se para a pesquisa científica o mais cedo possível. É um erro acumulado ao longo dos últimos anos pensar que o objetivo último dos estudantes é obter um diploma de doutor para cuja realização deve gastar muitos anos estudando e fazendo cursos: além dos cursos de graduação, os de pós-graduação, de doutoramento, os cursos de pós-doutoramento.

Quanto mais cedo um jovem puder se iniciar na pesquisa, melhor. Devemos formar pesquisadores, doutores e profissionais jovens, capazes de desenvolver sua capacidade intelectual com plenitude e com o vigor, a imaginação e o entusiasmo característicos da juventude.

Naturalmente, as duas tendências – a expansão da educação científica básica, geral e ampla, e a especialização aprofundada – entram em conflito. Um equilíbrio razoável entre as duas tendências deve ser constantemente buscado. Se de um lado deve ser formulado um currículo geral constituído de disciplinas oferecidas em ordem sucessiva, por outro lado esta seriação deve estimular a independência e as iniciativas do estudante. As aulas obrigatórias e os exames certamente limitam as disponibilidades do estudante para o trabalho independente, mas são necessários pelo menos para o estudante médio. O currículo deve ser estabelecido de modo a estimular os estudantes dos últimos anos a escolher com flexibilidade cursos especiais, seminários e a realização de trabalhos e pesquisas teóricos e experimentais.

O desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da cultura exige que se introduzam no currículo novas disciplinas. Forma-se, assim, uma tendência a sobrecarregar o trabalho acadêmico dos estudantes, e o equilíbrio entre esta sobrecarga e a necessidade de tempo para o desenvolvimento das iniciativas do estudante – trabalhos práticos, laboratório, estudo e dissertações – deve ser sempre, continuamente, almejado.

O ensino universitário básico – nos dois primeiros anos, por exemplo – deve ser interdisciplinar, de modo que os estudantes de ciência e tecnologia adquiram noções básicas de filosofia e história da cultura, assim como sobre o Brasil, e os de outras carreiras adquiram igualmente noções sobre a evolução da ciência.

A universidade e o sistema de produção; a universidade e as escolas de ensino médio

Duas associações importantes devem manter as universidades. Uma delas, a ligação da universidade com as empresas, a busca de aplicação dos conhecimentos na indústria, no sistema econômico, e, inversamente, a realização de pesquisas e estudos por encomenda, com finalidade determinada, são questões amplamente debatidas.

Mas outra iniciativa da maior importância, completamente deixada de lado no Brasil, a ser tomada pela universidade, é uma associação com as escolas secundárias, com os estabelecimentos de ensino médio – e já existem iniciativas neste sentido, nos domínios da matemática e da física na Universidade Federal do Rio de Janeiro, assim como na Universidade de Campinas (UNICAMP).

Esta associação deve traduzir-se pela busca de contato entre os institutos da universidade e as escolas secundárias,

oferecendo aos professores do ensino médio cursos adaptados à sua reciclagem, que lhes permitam conhecer os novos avanços da ciência, da cultura, da tecnologia. Esta associação não pode limitar-se à manutenção, em cada universidade, de colégios de aplicação. Será indispensável atrair professores do ensino médio a cursos e seminários especiais. Sugiro, assim, que se comece esta associação pela realização das chamadas Escolas de Verão ou de Inverno – em janeiro-fevereiro ou em junho-julho –, nas quais haveria cursos, de duração de cerca de um mês, sobre os fundamentos de certas disciplinas, sobre novas idéias e novas técnicas expostas ao alcance dos professores do ensino médio. Escolas de Verão de física, de matemática, de biologia bem como de outros domínios nas letras, na filosofia, nas artes, etc.

As Escolas de Verão, no domínio das ciências, poderiam realizar-se com o patrocínio do Ministério da Educação e o apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia, assim como poderiam ser organizadas por comitês de especialistas que se renovariam a cada ano. Tais Escolas de Verão (ou de Inverno) não seriam, naturalmente, realizadas necessariamente por cada universidade, mas por regiões, por conjuntos de universidade em cooperação.

Origens da crise na universidade:
1964 e os IPM; 1969 e as cassações;
caminhos para a nova universidade

Tomei conhecimento, respectivamente, de vários trabalhos escritos nos últimos anos sobre a universidade, sobre a reforma universitária, sobre programas de avaliação, relatórios de andamento, memórias escritas por grupos gestores de pesquisa, etc., vários dos quais foram transmitidos à Comissão sobre a Reforma da Universidade de que fiz parte.

De um lado, apreciei vários desses trabalhos, estudos críticos e sugestões extremamente valiosas. Mas fiquei também perplexo diante do espírito, do estilo e do linguajar de muitos desses trabalhos. Sinto como se houvesse uma tendência a erigir as discussões sobre a universidade, sobre reformas da universidade, como um tema à parte, como um sistema filosófico independente em que o uso de linguagem rebuscada impede o acesso direto aos problemas fundamentais da crise universitária.

Praticamente, nenhuma menção é feita ao motivo da crise da universidade no Brasil, de suas origens. É como se o Brasil não tivesse um passado, como se tudo tivesse começado na década de 1970.

Ora, após o grande acontecimento de 1934 – a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, que deu lugar à verdadeira forma da Universidade de São Paulo –, no Distrito Federal da época, no Rio de Janeiro, Anísio Teixeira criou a Universidade do Distrito Federal. Ambas as universidades ergueram-se sobre bases sólidas – com um corpo de professores da mais alta competência, composto por pesquisadores de reputação mundial.

Citarei alguns nomes de grandes figuras universitárias que trabalharam nessas universidades, contribuindo para a formação superior de brasileiros: Claude Lévi-Strauss e Roger Bastide (nas ciências sociais); Luigi Fontappiè e Giacomo Albanese (nas matemáticas); Gleb Wataghin e Giuseppe Occhialini (na física); Félix Rawitscher (na botânica); o grande poeta Ungaretti e tantos outros, na Universidade de São Paulo. E na Universidade do Distrito Federal (UDF), criada em 1935, existiam a Faculdade de Filosofia e Letras, a Faculdade de Ciências, o Instituto de Artes, a Escola de Educação, além das de Economia Política e de Direito. Estavam nesta

universidade figuras como Lélío Gama e Luiz Freire (nas matemáticas), Bernhard Gross (na física), Miguel Ozório de Almeida (nas ciências biológicas), Cândido Portinari e tantos outros.

Mas a UDF foi fechada pelo Governo Federal – acusava-se o prefeito Pedro Ernesto de subversivo – e em seu lugar foi criada, em 1939, pelo Ministério da Educação, a Faculdade Nacional de Filosofia, primeiro exemplo de intervenção abusiva do poder no domínio da universidade, no tempo do Estado Novo.

A maioria dos volumosos documentos editados pelo MEC tampouco menciona que, entre 1960 e 1963, um movimento de crítica à estrutura da universidade tomou grande amplitude no Rio de Janeiro e, com Darcy Ribeiro, um grupo de cientistas e intelectuais – que teve a honra de integrar – elaborou um projeto para uma nova Universidade a ser instalada em Brasília – universidade nova em cidade nova, livre de tradições que pudessem impedir essa criação. Ali estavam, com Darcy Ribeiro, Celso Furtado, Walter Oswaldo Cruz, Fernando Henrique Cardoso, Haity Moussatché, Leopoldo Nachbin, Roberto Salmeron, Jayme Tiomno, Maria Laura Leite Lopes, Maria Yedda Linhares e muitos outros que batalhavam pela universidade. Em Brasília, instalou-se, pois entre 1962 e 1964, a nova universidade.

É preciso, entretanto, salientar que esta universidade não pôde resistir aos ataques obscurantistas que se espalharam no Brasil contra as instituições de pensamento, a partir de 1964.

Acredito que é necessário rememorar esses fatos – que pertencem à história – unicamente para que se tenha consciência de que não se devem repetir.

No ano de 1964, com a instalação no Brasil daquilo que se convencionou chamar regime autoritário, abriram-se nas universidades, nos institutos de pesquisa científica, nos institutos de cultura e de estudos sobre o Brasil, inquéritos policial-militares, submetendo professores, pesquisadores e intelectuais a uma perseguição política de extensão e profundidade inéditas no País. Daí decorreu o afastamento e o êxodo de inúmeros cientistas. E a situação, como é de todos sabida, agravou-se nos anos de 1968 e 1969, com os atos de exceção que conduziram a uma intervenção maciça do governo militar nas universidades e ao afastamento de centenas de seus professores.

Como deixar esses fatos de lado, quando se analisa a situação atual da universidade no Brasil? A Universidade de Brasília foi praticamente destruída. Com a demissão de quase uma centena de professores, departamentos, como o de sociologia da USP, foram destruídos, o grande Instituto Oswaldo Cruz foi massacrado com a cassação de muitos dos seus melhores cientistas, e o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas foi atingido pela perseguição que alguns de seus pesquisadores sofreram.

Para contrabalançar a repercussão desses atos, dessa verdadeira noite de São Bartolomeu, os responsáveis pelo regime resolveram então imitar os estudos que serviram de base à Universidade de Brasília e implantar, em 1968, reformas por decretos vindos de cima. Ao mesmo tempo, criaram-se novas universidades, abriram-se novas vagas para admissão nas universidades e foram distribuídas, no início da década de 1970, verbas para a pesquisa e para a universidade, que iludiram a muitos e fizeram cessar aparentemente novos estudos críticos.

Como pode uma universidade ou um instituto de pesquisas resistir a atos de intervenção desse tipo? Quanto tempo leva uma tal universidade para recompor-se, para retomar suas atividades criadoras, em atmosfera de paz e tranquilidade?

Não é o crescimento do número de universidades e de professores nem é o aumento de especialistas e técnicos em educação, de analistas de reformas e de escritores sobre reformas que refletem o retorno à normalidade. Mantenho que os problemas que muitos de nós tentávamos equacionar e resolver há mais de 20 anos estão aí a desafiar a nossa capacidade de criação e renovação, agravados e tendo ao lado novos problemas.

Retomemos a atmosfera de paz e tranquilidade e procuremos reerguer as novas universidades sobre a base de postulados universais: fontes de conhecimento novo, centros de professores e pesquisadores recrutados por critérios de competência, instituições de difusão do conhecimento e de formação profissional, todas centros de excelência, abertas a toda a mocidade, de todas as origens sociais. Realizar esses objetivos é dever de todos nós, e, em primeiro lugar, do poder público.

Se as empresas nacionais puderem contribuir para o aperfeiçoamento do sistema educacional do Brasil, teremos uma grande ajuda nesses esforços.

Mas nenhum país verdadeiramente independente cedeu a organismos extranacionais a tarefa fundamental de educar a sua mocidade. Se a discussão sobre ensino privado e ensino público tiver como objetivo retirar a responsabilidade do poder público, sobre a universidade, será uma discussão infeliz. No Brasil, como aliás em vários países da

Europa, a ausência dos Rockefeller, dos Carnegie e de outros magnatas da indústria que investiram na universidade e na ciência nos Estados Unidos – por estímulo de legislação fiscal apropriada – não pode deixar outra alternativa: os fundos para a educação são da responsabilidade do Estado. Apenas a forma de aplicação desses fundos, a gestão das universidades, deve ser buscada no sentido de maior e real autonomia, flexibilidade e eficiência.

Uma vez reconhecido o dever do Estado como financiador da educação nacional, uma vez admitidos os critérios básicos de constituição das universidades, dotadas da necessária autonomia, não haverá obstáculos que não possam ser contornados pela comunidade acadêmica, convocada para um esforço nacional de reconstrução do Brasil, de um reencontro com os seus elevados destinos.

Mas tudo o que foi escrito aqui perde seu sentido se não houver *respeito*, em nosso país, pelo pensamento, pelas atividades de conhecimento, pela universidade: respeito da parte do poder público pela universidade e por todos os institutos de saber e ensino; respeito mútuo dentro da universidade, de cada um por cada um.

Sem este axioma não existirá universidade, e o País não terá meios para firmar sua independência.

TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO, TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA E COOPERAÇÃO CIENTÍFICA FRANÇA-BRASIL*

As origens européias da América Latina

Para bem compreender a importância da transferência de conhecimentos e da transferência de tecnologia para o desenvolvimento de um país como o Brasil – e dos países da América Latina – é certamente interessante examinar de maneira sucinta a evolução desses países a partir dos séculos XVI e XVII, época em que se originou a ciência moderna na Europa. Qual foi, realmente, o desenvolvimento da cultura e da ciência na América Latina?

Sabemos que as civilizações mais desenvolvidas foram construídas por povos que habitaram o planalto central do México, povos cuja estrutura social, arquitetura, artes plásticas,

* Apresentado no Colóquio sobre as Imagens Recíprocas da França e do Brasil, Paris, dezembro de 1987, com o título: *Transfert de connaissance, transfert de technologie et la coopération scientifique France-Brésil*. Tradução de Alcida Caldeira Brant.

observações astronômicas, sistemas cosmogônicos e teologias atingiram níveis mais avançados.

Passaram-se ao menos cinco milênios entre a descoberta da agricultura (por esses povos) e a invasão espanhola que pôs fim à história autóctone. A mais antiga das altas civilizações do México que se conhece é, sem dúvida, em seu início, contemporânea da XXII dinastia do Egito, de Salomão, e da Grécia homérica, enquanto a idade de ouro maia se situa na época em que Maomé fundou o Islã, e a ascensão imperial asteca começa no momento em que aparece Joana d'Arc. Fértéis certamente em acontecimentos que ignoramos, esses séculos desaparecidos deixaram felizmente como testemunhos obras-de-arte que trazem a marca das civilizações sucessivas que as produziram: olmecas e toltecas e as civilizações de Teotihuacan, de Xochicalco, de Monte Albán e de Tula, os maias e os astecas, entre outras.¹

Na América do Sul, a região andina abrigou povos que desenvolveram culturas ricas, entre os quais os chibchas, os mochicas, a cultura de Nasca, o império wari, o império chinu e, por volta do século XV, o império inca. Nas terras baixas da América do Sul, a cultura marajoara desenvolvida entre os séculos VII e o XIX d.C., na embocadura do Amazonas, distinguiu-se por uma agricultura intensiva e por artesãos notáveis.

Guerras sucessivas entre os povos do planalto do México conduziram à hegemonia do império asteca, com a chefia de Itzcoatl e de Montezuma I, que dominou quase todo o território do México, do século XIV ao século XVI, império que, segundo Soustelle, compreendia povos de língua nahuatl, otomi, huasteca, totoneca, mixteca, zapoteca e maia. Mas essas lutas intestinas preservavam o patrimônio histórico dos

povos dominados e finalmente enriqueceram o império pela contribuição dessas culturas.

Mas a invasão desses territórios da América pelos espanhóis e portugueses no século XVI marcou a interrupção – sem dúvida trágica – da história das civilizações autóctones.

O século XVI e a Europa

Por volta do fim do século XV, submetida a profundas transformações, a Europa Ocidental emergiu da Idade Média, das modificações que terminariam por imprimir uma nova visão do mundo aos homens da Igreja, aos teólogos e aos intelectuais. A descoberta da Antiguidade, pagã e cristã, dos textos esquecidos, fascinou esses homens e contribuiu para a ruptura com a herança medieval.

A organização eclesiástica continha a essência da vida intelectual da Europa e dominava os liceus e as universidades; entretanto, começava-se a questionar Aristóteles, e as universidades da Itália, os grandes mestres da Sorbonne no início do século XV, a imprensa que já existia nas grandes cidades da Alemanha, antes de 1470, levaram ao surgimento de novos pensadores – os humanistas –, os únicos capazes de resistir às advertências e interdições da Igreja.

Segundo o cardeal Bret, citado por Robert Mandrou:

(...) o rei Francisco I, que merecia o título de Pai das Letras, ultrapassou todos os seus predecessores em magnificência. Vendo que a Universidade de Paris tornara-se muito pouco ativa e que o estudo das belas letras era aí totalmente negligenciado, como se esta estivesse imersa na barbárie, fundou esse colégio (o Collège de France) com doze professores para todos os campos das artes e das ciências.²

Sob o reinado de Henrique VIII, na Inglaterra, John Fisher fundou o St. John's College em Cambridge (1511), Richard Fox organizou o Corpus Christi College de Oxford (1511), e um colégio de médicos foi estabelecido por Henrique VIII sob a orientação de Tunstall. Erasmo de Roterdã, convidado por Guillaume Budé para se instalar em Paris, preferiu viajar através da Europa, foi a Roma, a Paris, à Inglaterra, a Turim, a Veneza e à Basileia, desafiando as autoridades e as instituições com seus estudos sobre a Antiguidade e seus esforços para reconstruir a Igreja, sonhando com sua volta à pureza original.

Um espaço europeu de cultura e de pesquisa foi assim se formando gradativamente. Homens como Theophrastus Paracelsus na Itália e na Suíça, Jean Lefèvre em Paris, Hermann van der Becke em Estrasburgo, Erasmo e Copérnico, Guillaume Budé, John Colet, Giovanni Battista della Porta, entre muitos outros, foram os agentes de uma fermentação cultural que devia conduzir, em última análise, à Reforma, aos movimentos de contestação da Igreja, às guerras de religião e, finalmente, ao espírito científico do século XVII.

Os progressos técnicos na Europa, já notáveis na tecnologia arquitetural das catedrais da Idade Média, levaram à escola de navegação de Sagres, em Portugal, de onde emanou a descoberta dos novos continentes da América.

No início do século XVI, depois dos primeiros contatos com as novas terras, espanhóis e portugueses se estabeleceram na América Central e do Sul, enquanto a colonização da América do Norte por ingleses e franceses só começou um século mais tarde.

O sistema colonial, suas interdições e a transferência da corte portuguesa para o Brasil

O domínio dos povos da América pelos espanhóis e portugueses foi seguido do estabelecimento de um sistema de exploração colonial nessas regiões durante aproximadamente três séculos.

O atraso no desenvolvimento da ciência e da tecnologia deve-se essencialmente às características desse sistema colonial. Primeiramente deve-se levar em conta que, no início dessa colonização, o ensino em Portugal e na Espanha era controlado pelas ordens religiosas. Em Portugal, durante o reinado de Dom João III, a Universidade de Coimbra era dirigida pelos jesuítas. Os rigores da Santa Inquisição se prolongaram até a Península Ibérica, onde não havia a fermentação intelectual dos anos 1500 da França, da Inglaterra e da Alemanha, países que constituíam um desafio à Igreja. O ensino científico que começava a se desenvolver na Europa no início do século XVII e que provocou a criação da Academia de Ciências de Paris e da Real Sociedade de Londres, em 1660, estava ausente dos reinos português e espanhol.

Os primeiros liceus do Brasil foram, portanto, fundados pelos jesuítas e o ensino – de latim e das letras – era destinado aos filhos dos proprietários de terras. Em 1554, os padres Nóbrega e Anchieta fundaram o Liceu Jesuíta de Piratininga (São Paulo), iniciativa seguida por similares em Pernambuco, Rio de Janeiro e Maranhão.

A imprensa fora proibida – um decreto real emitido pelo rei de Portugal a 6 de junho de 1747 ordenou a destruição

da primeira oficina gráfica fundada no Rio pelo padre jesuíta Francisco de Faria. A atividade científica limitou-se, até o século XIX, aos trabalhos das missões de pesquisadores europeus enviados para estudar a flora, a fauna e as riquezas naturais dessas regiões.

Em 1759, o Marquês de Pombal expulsou os jesuítas de Portugal e, em 1768, iniciou a reforma da Universidade de Coimbra, organizando um observatório, laboratórios científicos e o ensino das matemáticas.

Nessa universidade estudaram José Bonifácio de Andrada e Silva, mineralogista, Alexandre Rodrigues Ferreira, naturalista, e o astrônomo Lacerda e Almeida, mas a grande mudança ocorrida no Brasil, que teve repercussões no desenvolvimento da ciência e da cultura, resultou da instalação no Rio de Janeiro, em 1808, do rei Dom João VI, que aqui chegava vindo de Portugal, fugindo da invasão napoleônica. A abertura dos portos às embarcações de outros países, além de Portugal, facilitou a entrada no País de publicações científicas e de missões de pesquisa científica. Entre 1808 e 1821 foram criadas a Escola de Anatomia e de Cirurgia na Bahia e no Rio, o Jardim Botânico no Rio, a Biblioteca Pública (1810), origem da atual Biblioteca Nacional, e a Academia Militar que deu origem à Escola Politécnica do Rio de Janeiro. O primeiro jornal brasileiro só foi publicado em 1808 (20 anos antes fora adotada a Constituição dos Estados Unidos). Em 1812 foi fundado o laboratório de Química e seis anos mais tarde, o Museu Real, a origem do atual Museu Nacional, destinado, segundo decreto real, a estimular e propagar estudos nas ciências da natureza, no "Reino do Brasil, que contém milhões de objetos dignos de observação e exame, capazes de ser empregados em benefício do comércio, da indústria e das artes, e que eu desejo favorecer como fonte de

riqueza". A proibição da imprensa e a instalação de fábricas e de usinas no Brasil, que datavam de 1785, só foram abolidas em 1808.

Nessa época a Inglaterra, que dominava a economia de Portugal, concluiu, em 1810, um tratado com o rei Dom João VI, segundo o qual os produtos por ela importados através do Brasil eram submetidos a uma taxa aduaneira inferior à taxa imposta às manufaturas provenientes de Portugal. O Tratado de Methuen fez do Brasil uma colônia da Inglaterra com Portugal de permeio.

O quadro das missões estrangeiras que vinham estudar as riquezas naturais dos trópicos – Auguste de Saint-Hilaire, Von Martius e Varnhagen, Spix e Lund – prosseguiu sem mudanças até o último quartel do século XIX. O Observatório Nacional foi fundado em 1827 e dirigido sucessivamente por Emmanuel Liais, Louis Cruls e Henrique Morize. A Escola Politécnica emergiu da Escola Central em 1874 e a Escola de Minas foi fundada em Ouro Preto em 1876, sob a direção de Henri Gorceix, destinando-se à formação de engenheiros de minas e de geólogos. Um museu importante foi fundado em Belém, na região amazônica, por Emílio Goeldi, em 1885, e o Instituto Agrônomo de São Paulo, em 1890.

Duas calamidades, a peste e a febre amarela nas cidades de Santos e do Rio de Janeiro e uma praga do café, originaram a criação de dois institutos que foram o berço das pesquisas científicas no campo das ciências biológicas: o Instituto Oswaldo Cruz, no Rio, e o Instituto Biológico, em São Paulo, no início desse século.

Para o Governo brasileiro, tratava-se de abrir os portos do Rio e de Santos aos imigrantes da Europa para substituir

os escravos libertados em 1888 e para proteger a exportação do café. Foi somente a partir de 1930, com a ruptura do sistema de exportação do café e o começo da expansão do capitalismo industrial, que se esboçou no País uma política educacional e científica.

Depois da união das faculdades de Medicina, Direito e Engenharia em universidades, no Rio, em 1920, e em Minas Gerais, em 1927, a Universidade de São Paulo estabeleceu-se em 1934, com a criação de uma faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. No Rio, em 1935, a Universidade do Distrito Federal – compreendendo as faculdades de Ciências e de Educação, o Instituto de Belas-Artes, a Faculdade de Filosofia e de Letras e a Faculdade de Economia e de Direito – foi organizada por Anísio Teixeira e deu origem, em 1939, à Faculdade Nacional de Filosofia.

A transferência de conhecimentos nos Estados Unidos e no Brasil na década de 1930

A criação da Universidade de São Paulo, em 1934, e da Universidade do Distrito Federal no Rio de Janeiro, em 1935, coincidiu com a época em que começaram a emigrar para os Estados Unidos eminentes intelectuais e pesquisadores científicos.

É a época da grande transferência de conhecimento científico da Europa para os Estados Unidos, a maior transferência desse século – provocada pela ascensão do nazismo e do fascismo; uma transferência que deu frutos e que teve conseqüências extraordinárias no campo da pesquisa científica e do desenvolvimento das tecnologias no mundo.

Esses homens, obrigados a abandonar uma Europa ameaçada por uma possível vitória do totalitarismo, tiveram

a sorte de encontrar um acolhimento adequado nos Estados Unidos, cujas universidades e laboratórios de pesquisas tinham tido um grande desenvolvimento, não dependiam dos poderes públicos e podiam recrutar professores e pesquisadores, permitindo-lhes dar continuidade a suas atividades e à sua produção científica.

Esses homens foram, por exemplo, Claude Chevalley, Jacques Hadamard, André Weil, Jean Dieudonné, grandes matemáticos franceses, ao lado de Albert Einstein, John Von Neumann, Eugene P. Wigner, Leo Szilard, Edward Teller, Georges Placzek, Enrico Fermi, Emilio Segrè, Sergio de Benedetti, Josef Jauch e tantos outros, como jovens universitários com sólida formação obtida em liceus e universidades da Europa.

Por que essa diferença entre a colonização dos Estados Unidos e a dos países da América Latina? Eis uma questão que pede respostas diversas, dada a complexidade do assunto.

Eu gostaria, entretanto, de ressaltar a importância do meio na Espanha e em Portugal, pois este contrastava com a efervescência intelectual nos outros países da Europa Ocidental, a partir do século XVI. Se os imigrantes não eram intelectuais, nem gênios – os que partiram em busca de trabalho e de novos meios de vida –, ousaria dizer que a falta de contestação à Igreja, de fermentação intelectual e a dominação das ordens religiosas na vida da Espanha e de Portugal constituíram um fator importante para acentuar a diferença de colonização – entre muitos outros.

Segundo Jean-Pierre Berthe

(...) a Igreja militante e conquistadora de almas cede cada vez mais o lugar a uma Igreja estabelecida, dominada pelo clero secular, embotada pelas riquezas materiais e mais

preocupada no conjunto com o esplendor exterior do culto do que com a conquista espiritual.³

Nesses territórios que eram chamados de Índias, “ela era a aliada dos proprietários e a garantia da ordem colonial”. Uma garantia que foi assegurada pela fundação precoce de universidades, talvez as mais antigas das Américas, como as de Lima e do México (1551-1553) – e que não contribuíram, como as dos Estados Unidos, mais recentes, para a eclosão da cultura e da ciência modernas. Somente no século XVIII, por influência das idéias originadas na França, com a importação de livros, e de homens imbuídos de nova filosofia, a Coroa espanhola favoreceu a cultura, o conhecimento científico, abertura que teve de esperar a entrada dos exércitos napoleônicos em Portugal para entrar em vigor no Brasil, em 1808.

Na década de 1930, a física nuclear começava a se desenvolver nos Estados Unidos, onde Ernest Lawrence e Stanley Livingstone inventaram o ciclotron. A estrutura das universidades americanas revelou-se adequada ao progresso das atividades dos físicos chegados da Europa.

Uma transferência de conhecimento também ocorreu no Brasil na década de 1930, com a organização das Universidades de São Paulo e do Rio de Janeiro. Para São Paulo foram eminentes historiadores e sociólogos vindos da França, como Fernand Braudel, Roger Bastide, Claude Lévi-Strauss, o geógrafo Pierre Monbeig. Da Itália, matemáticos como Luigi Fantappiè e Giacomo Albanese e os físicos Gleb Wataghin e Giuseppe Occhialini. Ao Rio chegaram o epistemólogo René Poirier, o sociólogo Jacques Lambert e A. Ombredane, psicólogo, Fortunat Strowski, crítico literário, J. Gros, especialista em ciência política, e da Itália, os matemáticos Gabriele Mammana e Achille Bassi e o físico Luigi Sobrero. Foi em

1934 que as pesquisas científicas começaram a ter sucesso em São Paulo, primeiramente no campo dos raios cósmicos e da física teórica, mais tarde na física nuclear. No Rio, nesse mesmo ano, com a chegada do alemão Bernhard Gross, iniciou-se a pesquisa em física dos dielétricos e do estado sólido com Costa Ribeiro, P. S. Rocha e F. M. Oliveira Castro.

As trocas a partir do pós-guerra

Nas décadas de 1940 e 1950, os matemáticos André Weil, J. Dieudonné e Jean Delsate, em colaboração com a Universidade de São Paulo, com Laurent Schwartz e outros membros do grupo Bourbaki, ao qual pertenciam também os matemáticos acima citados, aprofundaram a colaboração com a Universidade do Rio de Janeiro, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e o Instituto de Matemática Pura e Aplicada do Rio de Janeiro.

Nos seus primeiros anos o CBPF recebeu a visita de Cecile Morette De Witt, física especializada em teoria das partículas.

A cooperação na física

Os primeiros contatos dos físicos experimentais brasileiros com seus colegas franceses ocorreram a partir das décadas de 1940 e 1950, por iniciativa de Louis Leprince-Ringuet, professor do Collège de France e da Escola Politécnica e diretor de uma equipe de pesquisas em raios cósmicos que atraiu a colaboração dos brasileiros Roberto Salmeron, Cesar Lattes e Ugo Camerini. O Centro de Estudos Nucleares fundado em Saclay, no pós-guerra, e o Centro de Pesquisas Nucleares de Grenoble contribuíram para uma cooperação

cada vez maior com os físicos brasileiros no campo da física nuclear e das partículas e da física do estado sólido. Físicos como João Alberto Meyer, José Israel Vargas aí trabalharam durante alguns anos. Durante quase vinte anos eu também tive a honra e a alegria de ser professor titular na Universidade Pasteur de Estrasburgo e de, aí, dirigir um grupo de física teórica de altas energias, no Centro de Pesquisas Nucleares. Um número crescente de pesquisadores brasileiros fazia estágios de trabalho em centros e universidades francesas com uma troca correspondente de visitantes franceses no Brasil. Em Estrasburgo estabeleceu-se uma colaboração entre a equipe de Mme. J. P. Adloff e J. M. Friedt e o grupo do efeito Mossbauer, dirigido por Jacques Danon no CBPF, colaboração essa que aumentou nos primeiros anos. Por sua vez, veio de Grenoble G. Poupeau, para fazer pesquisas no CBPF sobre a geofísica nuclear. Praticamente todas as universidades brasileiras que têm grupos ativos em pesquisa física mantêm programas de cooperação com instituições francesas. Mencionaria a cooperação entre o Grupo do Acelerador Linear, da Universidade de São Paulo, com a Divisão de Física Nuclear do Centro de Pesquisas Nucleares de Estrasburgo; os programas de colaboração entre a equipe de M. C. Cohen Tannoudji, do Collège de France, e a de Moysés Nussenzveig, da Universidade Católica do Rio.

No CBPF, que dirijo desde minha chegada de Estrasburgo, em 1985, pesquisadores do grupo de física teórica (A. Malbouisson, M. Novello, F. S. Aranha, J. Mignaco) mantêm programas de colaboração com as Universidades de Paris VI e Paris Sul, com a Escola Politécnica e o Centro de Saclay (Mme. Y. Choquet-Bruhat, Mme. Pascal Lederer, G. Cohen Tannoudji, De Calan) e esperamos aprofundar essa

colaboração no campo da física experimental de altas energias, um campo que toma impulso em nosso laboratório (J. Tiomno e A. Santoro) em cooperação com a Escola Politécnica, com o Fermi National Laboratory nos Estados Unidos e com o CERN.

Assinalo que, no passado, cooperadores franceses fizeram estágios de pesquisa no CBPF. Menciono Mme. R. Lestienne (Paris), G. Labrosse (Orsay), P. Gavillet (CERN), A. Tonati (Paris), A. Volte (Paris) e J. Danièle (Lyon).

Na Universidade de Estrasburgo, na década de 1970, recebi estudantes para trabalhos de doutorado, entre os quais Sérgio Joffily (CBPF), José Martins Simões (UFRJ) e Maria Beatriz Gay Ducati (UFSC).

Michel Paty, que trabalhou na Universidade de Brasília durante os primeiros anos após sua fundação, estabeleceu atualmente uma cooperação entre o Grupo de Pesquisas em História e Filosofia das Ciências do CNRS (REHSEIS) e o Grupo de História das Ciências da Universidade de São Paulo, com Amélia e Ernesto Hamburger e Shozo Motoyama.

Gostaria, finalmente, de mencionar a colaboração estabelecida entre o Centro Nuclear de Grenoble e a Comissão de Energia Nuclear do Brasil, durante a década de 1960. Nesta época foi constituído um grupo GRESIL para o desenvolvimento de trabalhos em energia nuclear. Técnicos e cientistas franceses e brasileiros trabalharam em prospecção e em tecnologia mineral; em química e em metalurgia, em engenharia de reatores e em física dos nêutrons, em radioproteção e nas aplicações industriais da energia nuclear. Mudanças no quadro das relações internacionais, depois do golpe de Estado de 1964, vieram interromper essa transferência de tecnologia nuclear da França para o Brasil.

Para concluir, gostaria de salientar a importância do intercâmbio de cientistas entre a França e o Brasil. Acordos de cooperação como o firmado entre o CNRS e o CNPq permitem a realização de uma parte desse intercâmbio – as bolsas destinadas aos estudantes brasileiros pelo governo francês, pela CAPES e pelo CNPq do Brasil contribuem para a formação de jovens pesquisadores, tão necessários a meu país.

As transferências de tecnologia são instrumentos dos mais importantes para o crescimento econômico do Brasil. Mas essas transferências não devem desempenhar um papel passivo – simples instalações de fábricas com a formação técnica de operários, engenheiros, administradores. Elas devem ser acompanhadas ou precedidas de transferências de conhecimento científico. Certamente precisamos de tecnologias inventadas em outros lugares, mas é necessário adaptá-las ao país que as recebe; no Brasil, a invenção de novas tecnologias é, entretanto, indispensável para um crescimento não-colonial desse país e para isso a ciência fundamental, a efervescência intelectual de homens e mulheres preparados para criar novos materiais, novos mecanismos, para interrogar a natureza e para interrogar-se a si próprios são os elementos indispensáveis, as chaves do desenvolvimento.

Poder-se-iam inventar novos instrumentos para melhorar a cooperação França-Brasil no campo das ciências? Respostas afirmativas a esta pergunta seriam bem-vindas. Um instituto de altos estudos científicos França-Brasil, por exemplo, sem empecilhos burocráticos, organizado pelos serviços culturais e científicos dos ministérios das Relações Exteriores da França e do Brasil e pelos ministérios de pesquisas dos dois países poderia coordenar as atividades de intercâmbio de cientistas e encaminhá-los para diferentes regiões do Brasil.

Notas

- ¹ SOUSTELLE, J. Les hautes cultures precolombiennes. Paris: *Encyclopedia Universalis*, v. 1, 1985, p. 1.133-1.142.
- ² MANDRON, R. *From humanism to science, 1480-1700*. [s.l.]: Penguin Books, 1985.
- ³ BERTHE, J. P. Amérique Espagnole. Paris: *Encyclopedia Universalis*, v. 1, 1985, p. 1.045.

A PESQUISA EM FÍSICA PARA O DESENVOLVIMENTO: ASPECTOS CULTURAIS E EDUCACIONAIS*

O ensino da física na universidade requer a pesquisa em física. Isto é verdadeiro nos países desenvolvidos e também precisa sê-lo nas nações menos desenvolvidas. Naturalmente nem todas as universidades nestes últimos países têm os meios de obter a maioria dos equipamentos necessários para a investigação científica experimental. Este é um dos problemas que os professores têm tido de enfrentar ao longo de suas carreiras e o principal tema da luta que precisam travar para que os dirigentes universitários, o Governo e a sociedade compreendam suas aspirações.

Os estudantes de física têm de aprender as bases da física clássica – essencialmente mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo (e ótica) –, assim como precisam estudar

física quântica – física atômica e da matéria condensada, física nuclear e elementos da física de altas energias –, a única capaz de explicar a própria existência e estabilidade da matéria, o mundo como ele é.

Ao mesmo tempo que se oferecem aos estudantes cursos teóricos sobre estes assuntos eles têm de aprender, por um lado, as técnicas matemáticas indispensáveis à física e, por outro, as manipulações de laboratório que lhes possibilitam reproduzir fenômenos, medir parâmetros e constantes da natureza, e observar diretamente como as leis físicas são experimentalmente estabelecidas.

Um professor que é também um pesquisador pode levar seus estudantes a reconhecer a importância do trabalho de pesquisa na construção do quadro da física que ele apresenta. Ele levará o aluno a reconhecer que o mais importante em seu curso universitário não é a acumulação enciclopédica do conhecimento, mas sua utilização na descrição e compreensão dos fenômenos naturais. O aluno pode até saber quem descobriu uma determinada lei natural – embora isto não seja tão importante –, mas sobretudo precisa saber quais leis ele pode utilizar para compreender e descrever consistentemente uma nova situação.

Trivialmente, um pintor não é alguém que sabe o nome de quem pintou os quadros de um museu de belas-artes; ele é aquele que sabe como utilizar as técnicas previamente desenvolvidas para alcançar novas visões artísticas, incluindo a invenção de novas técnicas, e que pode desenvolver uma arte que se realize em sua interação com o mundo e que, por fim, seja a expressão de sua intuição e imaginação, de seus sentimentos e emoções, de seu mundo interior. O conhecimento dos nomes de quem fez um dado trabalho artístico ou invenção científica, sob condições históricas e sociológicas, é

* Apresentado na International Conference on Physics and Physicists for Development, University of Twente, Enschede, Holanda, 10 e 11 de setembro de 1990, com o título *Physics Research for development: cultural and teaching aspects*. Tradução de Fábio Sá Earp.

naturalmente relevante e resulta da bela obra dos historiadores. Mas a história vem depois que os fatos aconteceram. A pesquisa em física encontra os fatos, descobre as leis físicas, tece a trama das teorias, da "Weltanschauung" da física.

Esta conexão entre o ensino e a pesquisa da física é importante mesmo nos cursos de graduação, e também contribui fortemente para preparar os estudantes para os cursos de pós-graduação nos quais eles começam a pesquisar por si próprios. Quanto mais cedo o estudante começar a pesquisar melhor será seu trabalho.

Em alguns países há uma tendência para criar cursos de pós-doutorado em complemento aos cursos de pós-graduação. É importante que a carga de leitura dos estudantes de pós-graduação não seja muito pesada, deixando-lhes tempo para pesquisar. Naturalmente, dadas as características inerentes à investigação, as maneiras individuais de abordar os problemas e formular tentativas de encontrar uma solução para os mesmos estão ligadas à intuição e à sensibilidade de cada pesquisador; estas são qualidades que o estudante não aprende nos livros, mas que desenvolve na interação com seus professores, que só saberão orientá-los se eles próprios forem profissionais de pesquisa. Os seminários são importantes para esta conexão.

A noção, muito difundida, de que os pesquisadores não são necessariamente bons professores não é inteiramente correta e conduz à afirmação errônea – mesmo por parte de especialistas em educação – de que o ensino universitário deve ser separado do trabalho de pesquisa. Com alguma frequência encontramos pesquisadores que não têm facilidade para dar aulas, não sendo claros nem eloquentes. Mas o pesquisador profissional costuma ter uma aguçada visão geral e uma solidez de argumentação que só se adquire pela busca de novas

idéias e novos experimentos. O ensino universitário não requer oradores fluentes – a qualidade essencial do professor universitário é a capacidade de transmitir aos estudantes mais informações e *insights* do que aquilo que se encontra nos manuais, o que quase sempre se encontra nos comentários resultantes de reflexões desenvolvidas ao longo de seu trabalho de pesquisa.

O ensino de física no segundo grau é deficiente na maioria dos países. Os professores são mal pagos, os manuais costumam ser fracos e, na maioria dos colégios, faltam equipamentos de laboratório. A melhoria do ensino nesse nível vai contribuir muito para a educação adequada dos jovens. E jovens bem educados são uma condição *sine qua non* para o desenvolvimento das nações. Se o problema básico do ensino secundário for convenientemente resolvido, a próxima questão importante será a atualização permanente do conhecimento científico (e cultural) dos professores secundários.

Acredito que seja importante criar um sistema de bolsas permanentes para que todos os anos professores de ciências do segundo grau possam passar alguns meses em uma universidade onde exista pesquisa, possam fazer leituras e participar de seminários. A transmissão dos novos resultados da pesquisa aos estudantes secundários e de cursos de graduação é essencial para o avanço da física. É fundamental que o ensino da física progrida continuamente. Em particular o mundo físico não pode ser descrito sem a mecânica quântica. Os princípios e fundamentos desta disciplina precisam ser ensinados ainda nos últimos anos do curso secundário. E a descrição básica da matéria e da energia em termos de partículas elementares também pode ser transmitida de forma intuitiva a esses estudantes.

Isto nos conduz à questão dos aspectos culturais da pesquisa física. Ao longo de suas pesquisas, o físico é levado a observar a evolução da física, a gênese das idéias e teorias deste campo, o desenvolvimento ocorrido na ciência, desde a origem até os tempos atuais. Paul Adrien Maurice Dirac, o brilhante teórico da física quântica, explica a evolução das idéias físicas precisamente com estas palavras:

Quando se olha para o desenvolvimento passado da física, percebe-se que esta pode ser descrita como um desenvolvimento constante com muitos pequenos degraus, aos quais se superpõem alguns grandes saltos. Naturalmente são estes grandes saltos que contêm as características mais interessantes deste desenvolvimento. O *background* do desenvolvimento contínuo é sobretudo lógico, as pessoas trabalham sobre as idéias que se originam do estado do conhecimento anterior segundo os métodos padrão. Mas então, quando temos um grande salto, significa que algo totalmente novo foi introduzido. Estes grandes saltos geralmente consistem em superar um preconceito.¹

Estamos chegando à idéia de que certas crenças que parecem naturais durante algum tempo acabam por transformar-se em preconceitos, que representam obstáculos para o desenvolvimento posterior da teoria. Até o ano de 1930 o preconceito segundo o qual as partículas elementares se reduziam ao elétron, ao próton e ao fóton estava na mente dos físicos e foi provavelmente em função dessa crença que o próprio Dirac identificava o buraco formado por um espaço desocupado de energia negativa, uma solução da equação de onda relativista para o elétron proposta por ele, com um próton e não com um pósitron, como deve ser.²

Talvez seja por causa deste preconceito que Wolfgang Pauli³ nunca publicou a noção de neutrino, que anunciou

em uma carta para o encontro de físicos de 4 de dezembro de 1939, como uma solução para o problema dos elétrons emitidos por núcleos radioativos com um espectro contínuo de energia.

Provavelmente este mesmo preconceito foi responsável pelo fato de que o artigo de Hideki Yukawa de 1935⁴, que propunha um novo campo para descrever as interações inter-nucleônicas e a nova partícula correspondente, com massa intermediária entre a do elétron e a do próton, permanecesse praticamente desconhecido.

Quando Niels Bohr visitou o Japão, imediatamente antes de C. D. Anderson e S. H. Neddermayer descobrirem o "mesotron", Yukawa tentou explicar-lhe sua teoria do méson. Mas a reação de Bohr não foi favorável, "como você quer introduzir partículas hipotéticas (para explicar forças nucleares)"?⁵

O preconceito contra as novas partículas só caiu em 1947, por ocasião da descoberta dos píons e do decaimento $\pi \rightarrow \mu$,⁶ que marcou o início da física das partículas elementares como disciplina independente da física nuclear. Desde então, através da descoberta de um grande número de partículas hadrônicas, tendemos para modelos unificadores das forças do universo, baseados nas famílias de quarks e léptons como elementos últimos da matéria, e bósons como os carregadores das interações. Atualmente, os físicos não se acanham de propor novas partículas e de procurá-las em aceleradores de altas energias.

Novamente Dirac, em um belo artigo de 1931, propôs a existência de monopólos magnéticos, que aliás ainda não foram encontrados experimentalmente, numa formalização em que introduzia o conceito fundamental de fator de fase não-integrável. Eis o que Dirac disse na introdução deste artigo:

O progresso contínuo da física exige, para sua formalização, uma matemática cada vez mais avançada. Isto é natural e esperado. O que, porém, os cientistas do século passado não esperavam era a forma particular que assumiria o desenvolvimento da matemática; supunha-se então que a matemática ficaria cada vez mais complicada, mas permaneceria em uma base permanente de axiomas e definições, enquanto de fato os desenvolvimentos da física moderna requereram uma matemática que altera continuamente seus fundamentos e se torna cada vez mais abstrata. A geometria não-euclidiana e a álgebra não-comutativa, que costumavam ser consideradas pura ficção e brincadeira mental para pensadores lógicos, mostram-se agora necessárias para a descrição de fatos gerais do mundo físico.⁷

Nesse artigo se propõe uma teoria que faz uma conexão entre a menor carga elétrica e o menor pólo magnético e que apresenta uma simetria entre eletricidade e magnetismo “totalmente estranha à opinião geral”. Ele propunha, portanto, que fosse superado o preconceito que negava existência aos monopólos – e ainda não sabemos se isto é ou não válido.

Um outro preconceito que os físicos – e os mais brilhantes – admitem é o de que todas as simetrias geométricas seriam exatas para todos os tipos de interações. Observando um certo *puzzle* sobre partículas estranhas, T. D. Lee e C. N. Yang foram levados a levantar a questão da conservação da paridade em interações fracas – isto é, o problema da simetria perfeita destas interações com respeito à reflexão esquerda-direita. Lee e Yang escreveram em seu artigo:

Ficará claro que as experiências atuais vão indicar a conservação da paridade em interações fortes e eletromagnéticas com um alto grau de precisão, mas que nas interações fracas (isto é, interações de decaimento para

mésons e híperons e várias interações de Fermi) a conservação de paridade é apenas uma hipótese extrapolada sem evidência empírica.⁸

Como foi confirmado por experiências,⁹ na verdade esta paridade não se conserva em interações fracas, o que chocou as crenças de muitos físicos. Isto é o que diz Eugene P. Wigner, o grande físico teórico, responsável por muitas descobertas de teoria de grupos em física, em um Colóquio sobre a História da Física de Partículas:

Francamente, eu estava plenamente convencido de que tanto a invariância sob inversão temporal quanto a simetria de reflexão eram válidos. Fiquei chocado quando se provou que ambos não tinham validade (...). Pode-se pensar que toda a existência da interação fraca deriva de alguma condição inicial do mundo, mas eu não acredito nisso, e daqui para a frente estou tão desconcertado quanto antes pela falta de validade destas invariâncias. Se acreditarmos na simplicidade e beleza de todas as leis da natureza, estas invariâncias deveriam ser válidas. Alguém poderá me contradizer?¹⁰

Pauli também descreve sua reação à descoberta com as seguintes palavras, numa carta a Victor Weisskopf:

Agora passou o choque inicial e estou recomeçando a juntar meus cacos (como se diz em Munique). Sim, foi muito dramático. Na segunda-feira 21, às 8h15min da noite, eu acreditava poder dizer algo sobre o passado e a história recente do neutrino. Às 5h da tarde o correio me trouxera três artigos experimentais: C. S. Wu, Lenderman e Telegdi. O último era tão amável que me mandou o conjunto. Na mesma manhã eu recebera dois artigos teóricos, um de Yang, Lee e Oehme, o outro de Yang e Lee sobre a teoria dos spinors com duas componentes.

E depois de algumas linhas:

(...) Agora, de onde devemos começar? É bom que eu não faça uma aposta. Pode resultar em uma grande perda de dinheiro (de que não disponho); poderia enlouquecer (o que seria viável), no entanto só em cartas ou oralmente, não em algo impresso. Mas os outros agora têm o direito de rir de mim. O que me choca não é o fato de que "Deus está sempre do lado esquerdo", mas que apesar disto Ele se exhibe com uma simetria direita/esquerda quando se apresenta fortemente. Resumindo, o problema real agora é como as interações fortes são simétricas direita/esquerda. Como pode a intensidade de uma interação produzir ou criar grupos de simetria, invariâncias ou leis de conservação?¹¹

Os estudantes, todavia, recebem a informação científica de seus professores ao mesmo tempo que suas crenças e preconceitos, como participantes do trabalho de pesquisa que aqueles desenvolvem – e não poderia ser de outra maneira. Este foi, por exemplo, o caso de Max Planck que, quando estudante, assistia às aulas do químico Hermann Kolbe, que não aceitava a teoria atômica nos campos em que esta fornecia uma interpretação falsa das leis da química. Planck convenceu-se, então, de que o atomismo talvez não conduziria ao desenvolvimento da ciência. Em 1883, Planck escreveu em defesa da lei do aumento da entropia como uma lei absoluta, contra a afirmação de Boltzman de que a entropia aumenta quase sempre, mas não sempre:

A implementação consistente da segunda lei é incompatível com a admissão da de átomos finitos. Pode-se antecipar que ao longo do desenvolvimento posterior da teoria haverá uma batalha entre estas duas hipóteses, em decorrência da qual uma delas desaparecerá.¹²

Também o físico-químico Wilhelm Ostwald e os físicos Ernst Mach e Georg Helm eram contrários à teoria atômica; enquanto isto, independentemente e mesmo contra eles, diversos físicos tentavam avaliar as dimensões atômica e molecular, notadamente Thomas Young, já em 1816, J. Loschmidt, W. Thomson (Lord Kelvin), James Clerk Maxwell e Johannes Diderik van der Waals. A controvérsia continuava e Albert Einstein, em sua tese de doutorado, descreveu uma nova determinação teórica do raio molecular e do número de Avogadro. Foi Jean Perrin, que trabalhou experimentalmente para a determinação dos parâmetros moleculares, quem anunciou o resultado final da batalha anunciada por Planck:

A teoria atômica triunfou. Seus adversários, até há pouco tempo atrás ainda numerosos, agora desfalecem, um após outro renunciam a desafiá-la, tornando-a legítima e indubitavelmente útil daqui para a frente.¹³

A vitória do atomismo e o trabalho que levou à descoberta do elétron e ao modelo nuclear do átomo conduziram ao surgimento de uma crença, entre os fundadores da mecânica quântica, de que a matéria era constituída de um pequeno número de partículas elementares, da qual se originou o preconceito contrário à aceitação de novas partículas elementares.

Por outro lado, como é bem conhecido, a base quântica requerida pela derivação da lei da radiação de Planck – bem verificada por medidas experimentais – foi recebida pelo próprio Planck com uma resistência teimosa. Ele não aceitou a substituição da noção de mudança contínua da energia pela de mudança discreta dos *quanta*. A oposição foi mais forte para a idéia de fóton proposta por Einstein. Se os físicos tivessem de admitir os resultados da teoria quântica,

teriam de tentar localizar os paradoxos do *quantum* no obscuro domínio da interação entre matéria e radiação. Pois, segundo Planck, "o que ocorre no vácuo é rigorosamente descrito pelas equações de Maxwell".¹⁴ Sabemos que somente após a descoberta do efeito de Compton, em 1923, começou a diminuir a resistência à estrutura quântica da radiação luminosa, proposta por Einstein.

A reação da maior parte dos grandes físicos, como Pauli e Wigner, contra a não-validade da invariância da inversão temporal e da simetria de reflexão para as interações fracas, ilustra um aspecto cultural da pesquisa física, sobretudo a plena confiança em uma descrição simples e elegante da natureza, que dá como certo que suas leis e equações poderiam revelar mais simetrias geométricas do que menos, embora as condições iniciais, que são separadas destas equações, não mostrem qualquer simetria. A questão de Wigner é se a ausência de alguma simetria não seria a indicação de uma interação das condições iniciais com as leis físicas.

Em sua pesquisa em busca de modelos e teorias, os físicos são guiados por alguns sentimentos profundos, por algumas intuições misteriosas que ativam seu processo de criação mental. Segundo Dirac¹⁵, "é mais importante haver beleza em uma equação do que estar ajustada aos experimentos". Essencialmente a mesma filosofia é adotada por Einstein quando este afirma:

Estou convencido de que podemos descobrir, mediante puras construções matemáticas, os conceitos e leis que os conectam, que fornecem a chave para a compreensão dos fenômenos naturais. A experiência pode sugerir quais os conceitos matemáticos apropriados, mas estes certamente não podem ser dela deduzidos. A experiência permanece, naturalmente, como o único critério para a verificação da

utilidade física das construções matemáticas. Mas o princípio criativo está na matemática. Em certo sentido, creio que é certo que o pensamento puro pode compreender a realidade, como os antigos sonhavam.¹⁶

O problema é que nem todas as construções matemáticas têm valor na física. E quanto à noção de que as leis físicas podem começar e terminar com a experiência, Einstein escreveu: "um claro reconhecimento do quão errônea é esta idéia, de fato, só veio com a teoria da relatividade geral". Uma filosofia que, originada com Pitágoras e seus discípulos, que acreditavam que os princípios dos números eram os elementos de todas as coisas e que todo o Firmamento é harmonia e números, chegou até nós passando por Isaac Newton e Galileu.¹⁷

A cooperação internacional é um aspecto importante para o aprimoramento do ensino médio e da universidade. No caso particular da física, temos os exemplos bem conhecidos dos laboratórios internacionais no campo da física de altas energias, como o CERN, em Genebra, mantido pelos países europeus, os laboratórios nacionais norte-americanos, como o Fermi National Laboratory, o futuro Superconducting Supercollider Laboratory e tantos outros nos Estados Unidos e em outros países que abrem suas portas aos físicos dos países em desenvolvimento para que estes possam pesquisar com aceleradores de altas energias.

E agora voltemos ao ponto relevante em qualquer encontro sobre ciência e desenvolvimento. Este é um tema que tem sido objeto de um sem número de conferências internacionais, projetos e programas. Mas o grande problema

das nações subdesenvolvidas permanece sem solução e fica cada vez mais dramático, apesar das toneladas de artigos, dos livros e das palavras (sem peso?). Durante estes 50 anos aconteceram muitos fatos no mundo, guerras de libertação contra a subjugação e a opressão, a substituição de governos democráticos por ditaduras militares na América Latina e, mais recentemente, a substituição dos vencedores de revoluções por governos eleitos democraticamente. A ciência e a tecnologia ascenderam como meios estratégicos para a promoção do progresso nas nações industrializadas.

Existe atualmente, no ano de 1990, uma tendência definida em todo o mundo para a adoção da democracia como sistema político e de uma economia correspondente, definida pelas linhas de força do mercado. Os países que têm um sistema político capaz de oferecer educação e saúde a suas populações são os únicos capazes de chegar ao desenvolvimento futuro.

Aqueles países, localizados na África, na Ásia e na América Latina, incapazes de fornecerem educação universal para seus povos – e os impérios coloniais que pouco fazem para promover a educação em suas colônias (lá não estão para construir nações) – são os que se encontram diante das mais sérias dificuldades para superar as barreiras do subdesenvolvimento.

Nós, das nações subdesenvolvidas, carregamos um pesado fardo em nossos ombros. Os eventos históricos se propagam como ondas através da vida das comunidades humanas. É por isto que devem ser ainda maiores os esforços que estes povos, ainda sob dominação, devem fazer para atingirem suas aspirações sociais e culturais.

A pesquisa científica e a educação científica são opções fundamentais para todos os homens que desejam saber de

onde vieram, quem são e para onde estão indo. A grande questão é: que novas medidas nos domínios político e econômico as nações em desenvolvimento precisam tomar para assegurar o bem-estar de suas populações e a eliminação da pobreza e da miséria?

Notas

- ¹ DIRAC, P. A. M. In: MEHRA, J. (org.). *The physicist's concept of nature*. Dordrecht, Reidel, 1973.
- ² WEIL, H. *Gruppentheorie und Quantenmechanik*, 2 ed., 1931, p. 234; OPPENHEIMER, J. R. *Phys. Rev.* n. 35, 1930, p. 562-939; TAMM, I., *Zs. F. Physik* 62, 1930, p. 545; DIRAC, P. A. M., *Proc. Camb. Philos. Soc.* 26, 1930, p. 361.
- ³ PAULI, W. In: KRONK, R.; WEISSKOPF, V. F. (org.). *Collected scientific papers*, v. 2, 1313, Interscience. New York: [s.n.], 1964.
- ⁴ YUKAWA, H. *Proc. Phys. Math. Soc. Japan* 17, 1935, p. 48.
- ⁵ YAMAGUSHI, Y. *Internat. Colloq. History of Particle Phys.*, *J. de Physique* Tome 43, Coll. C-8 suppl., 1982, p. C8-335.
- ⁶ LATTES, C. M. G.; MUIRHEAD, H.; OCCHIALINI, G. P. S.; POWELL, C. F. *Nature* 159, 1947, p. 694.
- ⁷ DIRAC, P. A. M. *Proc. Roy. Soc. A* 133, 1931, p. 60.
- ⁸ LEE, T. D. e YANG, C. N. *Phys. Rev.* 104, 1956, p. 254.
- ⁹ WU, C. S.; AMBLER, E.; HAYWARD, R. W.; HOPPE, D. D.; HUDSON, R. P. *Phys. Rev.* 105, 1957, p. 1413.
- ¹⁰ WIGNER, E. P. *Journal de Physique*, tomo 43, Colloque S-8, 1982, p. C8-448.

- 11 PAULI, W. *op. cit.*
- 12 HEILBRON, J. L. Planck, Belin, Paris: [s. n.], 1988.
- 13 PERRIN, J. *Les atomes*. Paris: Gallimard, P. U. F., 1948.
- 14 PAIS, A. *Sutil é o Senhor*, cap. 19. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1995.
- 15 DIRAC, P. A. M., *op. cit.*
- 16 EINSTEIN, A. *Ideas and opinions*. London: Souvenir Press, 1954, p. 274.
- 17 ARISTÓTELES. *La métaphysique*. Paris: Vrin, tomo I, 41, 1981.

O VALOR DA CIÊNCIA*

Que vale a ciência? Que contribuição nos dá para a compreensão do mundo em que vivemos? Além de gerar tecnologias, é a ciência parte da cultura? Qual foi a sua evolução ao longo da história?

No mundo atual, é difícil reconstituir as sensações, as impressões dos primeiros homens em contato com a natureza.

No estado de repouso e de movimento dos objetos que nos envolvem – a minha casa, esta mesa, aquela árvore, o Sol, a Lua no céu, uma pedra que atiramos e que termina por cair – está a origem de conceitos de lugar que ocupam sucessivamente os corpos, de espaço e de tempo.

O espanto dos primeiros homens diante do Universo, o medo das tempestades, do trovão, dos elementos, a contemplação das estrelas e a admiração do céu geraram a noção

* Conferência para a SBPC jovem na 47ª Reunião Anual da SBPC, São Luís, Maranhão, de 9 a 15 de julho de 1995.

de seres superiores – os deuses, responsáveis pelo mundo, seus criadores – e estruturaram as religiões, os modelos cosmogônicos e, finalmente, os sistemas filosóficos. Surgiram as mitologias das civilizações antigas, a súbita eclosão da civilização e da cultura na Grécia Clássica. Antes dos gregos, os babilônios e os egípcios já tinham feito observações do movimento do Sol e da Lua em relação às estrelas fixas e sabiam como prever eclipses lunares e solares. Enquanto os gregos assimilavam os corpos celestes a deuses, Anaxágoras afirmava que o Sol era como pedra aquecida ao vermelho e que a Lua era feita como a Terra. Os discípulos de Pitágoras, no fim do século V a.C., afirmavam que a Terra era esférica.

Tales, o fundador de uma escola de pensadores, a Escola de Mileto, emitiu a idéia de que todas as coisas são feitas a partir de uma substância primordial, que ele identificou com a água, por influência dos egípcios (para os quais o rio Nilo teve e tem importância fundamental). Já Anaximandro, também de Mileto, afirmava que todas as coisas são feitas de uma substância fundamental que não é nem a água nem nenhum dos corpos que conhecemos: ela é infinita, eterna e é a matéria de todos os mundos.

Para Pitágoras, todas as coisas são números – um precursor dos físicos contemporâneos que descrevem a natureza segundo teorias matemáticas.

Segundo Heráclito, que não era da Escola de Mileto, existe unidade no mundo, mas esta unidade é o resultado de uma combinação de contrários: “o um é formado de todas as coisas, e todas as coisas provêm do um”.

Pelo menos duas contribuições oriundas dos filósofos gregos foram importantes para a evolução do pensamento: a física de Aristóteles (que depois de dominar a Idade Média

foi derrubada por Galileu) e a teoria atômica de Leucipo e de Demócrito (cerca de 420 anos a.C.) que foi retomada no século XVIII.

Aristóteles propôs um modelo para o Universo, um Cosmo finito, constituído de esferas concêntricas, com a Terra, imóvel, no centro, as esferas da Lua, de Mercúrio, de Vênus, do Sol, de Marte, de Júpiter, de Saturno – os planetas então conhecidos – e, além dessas esferas, existiria a das estrelas fixas, o *Primum Mobile*. Além do *Primum Mobile* não haveria movimento, nem tempo, nem lugar. Deus, o Motor Primordial, impulsionaria rotação no *Primum Mobile*, o qual transmitiria seu movimento às outras esferas. Tudo o que se encontrasse na Terra, abaixo da Lua, seria submetido ao envelhecimento, à desintegração; os movimentos terrestres obedeceriam a leis teleológicas (com uma finalidade), cada corpo devendo ocupar uma posição privilegiada, em repouso. Cessada uma força, uma violência, os corpos voltariam ao repouso. Os corpos celestes, ao contrário, teriam movimentos regulares, produzidos pela vontade de um deus.

A física de Aristóteles prevaleceu até os anos 1600 – durou cerca de 2 mil anos (como é lenta a evolução do pensamento!). Adotada por São Tomás de Aquino, tornou-se dogma. Só a partir de filósofos da Escola dos Nominalistas de Paris, no século XIV, surgiram críticas às idéias de Aristóteles até que surgiu Galileu Galilei, em 1609.

Enquanto a tradição dos filósofos gregos era o raciocínio lógico, os diálogos, as concepções teóricas, Galileu recorreu à observação, à experiência, para encontrar as leis de movimento dos corpos em queda livre, construiu um telescópio, inventado pelos holandeses, para observar os corpos celestes e assim descobriu os satélites de Júpiter e as montanhas lunares. Contrariou, pois, o dogma da Igreja Católica,

adotando a idéia de Copérnico de que a Terra não era o centro do mundo — assim como as leis de Kepler sobre o movimento dos planetas em torno do Sol. Fazendo um grande número de experimentos para saber como pequenas esferas rolam sobre um plano inclinado, como se movimentam os pêndulos, Galileu descobriu o princípio da inércia que diz: *se um corpo se deslocar em linha reta com uma certa velocidade, ele continuará indefinidamente em movimento na mesma direção e com a mesma velocidade, se nenhuma força agir sobre ele*. Este princípio contrariava frontalmente a idéia de Aristóteles segundo a qual o corpo terminaria por ficar em repouso.

Isaac Newton completou o trabalho de Galileu e abriu verdadeiramente o caminho para a ciência moderna.

Ao descobrir a lei da queda livre dos corpos e o princípio da inércia, Galileu afirmou que do mesmo modo que o repouso não precisa de uma causa para se manter, o estado de movimento retilíneo uniforme também não precisa de causa, e dele o repouso é um caso particular. Além disso, verificou que a aceleração da gravidade não depende da natureza do corpo que cai nem de sua massa. Esta descoberta — uma bola de chumbo e uma pena de pavão levam o mesmo tempo para cair no vácuo — foi importante para o chamado princípio da equivalência de Newton, em 1687, e de Einstein, em 1908.

Nos anos (admiráveis, assim os qualificam os historiadores) 1666 e 1667, houve a peste na Inglaterra, fecharam-se as universidades e, em casa, Newton elaborou os fundamentos das suas descobertas: o cálculo infinitesimal, as leis de movimento, que descrevem como se pode calcular o movimento de uma partícula, uma vez dada a força que sobre ela se exerce, e a gravitação universal. Sua intuição genial é traduzida pela metáfora: *a maçã que cai da árvore* é a mesma coisa que *a pedra lançada e que cai após descrever uma parábola*

e que é a mesma coisa que a *Lua que se move no céu e que cai constantemente para a Terra sem cair*. Propôs a idéia de que existe uma força de atração universal que atua sobre uma partícula material, onde quer que ela esteja no Universo, e que esta força é determinada pela distribuição de toda a matéria no Universo. A teoria da gravitação permitiu a descrição quantitativa do sistema solar, das leis de Kepler. E nos séculos XVIII e XIX desenvolveram-se a mecânica clássica, a mecânica celeste e a mecânica estatística. A equação de Newton diz que há uma força toda vez que há uma mudança da velocidade de um corpúsculo. O êxito dos trabalhos de Newton foi extraordinário e os físicos, em geral, o consideram como o maior dentre eles na história. Atualmente, a física no espaço baseia-se na mecânica de Newton, que determina as trajetórias dos foguetes e satélites espaciais. Determina-se experimentalmente que os objetos se atraem realmente segundo a lei de Newton e acredita-se que as forças gravitacionais se exercem entre as estrelas mesmo nas grandes distâncias. A força de gravitação é a responsável pelo colapso das estrelas, assim como pelo aparecimento das reações nucleares a altas temperaturas.

No fim de sua vida, Newton recebeu todas as homenagens pois compreendeu-se que com a física por ele construída era possível para a humanidade ter uma compreensão quantitativa e precisa de todo o Universo. Com a experiência que realizou decompondo um raio de luz branca em suas componentes monocromáticas e, em seguida, submetendo um desses raios monocromáticos ao prisma para saber se ele também era uma superposição de outras cores ou se era irreduzível, revestiu-se do caráter de uma experiência moderna. A teoria corpuscular da luz, que adotou, antecedeu em mais de dois séculos a noção de fóton de Einstein. Assim, após 2

mil anos, a partir da Grécia Antiga – onde surgiu a filosofia, as especulações sobre o mundo, a matéria, a vida, a morte, os diálogos poéticos –, começou a ciência moderna, segundo a qual as leis de movimento são universais, dessacralizando o céu e ao mesmo tempo retirando da Terra o caráter de centro do mundo. Foi uma verdadeira revolução intelectual que mudou a mentalidade dos homens, sua visão do Universo e a visão deles próprios no mundo físico.

Mais de dois séculos depois da publicação dos *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687), com a descoberta das leis que regem os fenômenos elétricos e magnéticos (as leis do eletromagnetismo), da teoria ondulatória da luz e de que as ondas de luz são ondas eletromagnéticas, a idéia de espaço absoluto era idêntica à da existência de uma substância translúcida (o éter, que preencheria todo o espaço e cujas moléculas vibrariam para propagar as ondas luminosas, como as moléculas no ar fazem propagar as ondas sonoras), mas sem opor resistência ao movimento dos corpos celestes, em especial dos planetas ao redor do Sol. Esta idéia foi abandonada depois que os trabalhos de Einstein e os de Lorentz e Poincaré fundaram a teoria da relatividade. Nesta, admitem-se como postulado os resultados da observação de que a velocidade da luz não depende do estado de movimento da fonte luminosa. E o princípio da relatividade – que afirma que as leis da física não dependem do estado de movimento retilíneo uniforme do laboratório; elas são as mesmas qualquer que seja o sistema inercial (no qual é válido o princípio da inércia) que se tomar como referencial.

Enquanto, segundo Newton, dois acontecimentos simultâneos para um observador são também simultâneos para qualquer outro observador, segundo Einstein o tempo depende do referencial: se dois acontecimentos são simultâneos para

um observador num laboratório L, não são mais simultâneos para um observador de outro laboratório L', em movimento retilíneo e uniforme em relação ao primeiro. A distância que separa os dois acontecimentos em L gera uma diferença de instantes em que acontecem para o observador de L'. O espaço se transforma em tempo e vice-versa: é a metáfora que podemos usar para traduzir este resultado. Daí a idéia de que o tempo é uma dimensão a mais de um espaço cujas três dimensões são as usuais – o espaço-tempo, o espaço quadridimensional.

A mecânica de Newton teve de reformular-se para se adaptar à teoria da relatividade, que engloba a eletrodinâmica de Maxwell. Nessa adaptação, Einstein foi levado à idéia de que a massa de uma partícula não é uma constante, mas depende de sua velocidade, cresce com esta e se tornaria infinita se a partícula pudesse atingir a velocidade da luz c. Só os fótons e os neutrinos (se tiverem massa nula) podem ter a velocidade da luz. Resultado importante na teoria de Einstein foi a predição teórica que fez: uma partícula em repouso com massa m_0 tem uma energia intrínseca dada pela fórmula célebre: $E = m_0 c^2$. Assim, uma pessoa com massa igual a $70\text{kg} = 70.000\text{ g}$ tem uma energia de repouso igual a $E = 70.000\text{ g} \times (3 \times 10^{10}\text{ cm/s})^2 = 63 \times 10^{24}\text{ erg} = 63 \times 10^{17}\text{ joules}$. Outro gigante na história da física, Albert Einstein, completou a obra de Newton formulando a física relativista, em 1905. E, em 1915, descobriu as equações que descrevem o campo de gravitação, as quais revelaram que a matéria torna a geometria do espaço físico diferente da geometria euclidiana. A geometria do espaço, gerada pela presença de matéria e energia, é a geometria do espaço curvo de Riemann, e Einstein teve a intuição de descobrir que o potencial do campo de gravitação é descrito pelo tensor da métrica, $g_{\mu\nu}(x)$, desse espaço.

Na teoria da relatividade geral, inventada por Einstein, a matéria produz curvatura no espaço e é esta curvatura que determina a ação da gravitação. A mecânica da gravitação de Newton é uma aproximação da teoria de Einstein que dá correções para os resultados newtonianos. Estes são importantes para a cosmologia, para a física das grandes massas no Universo. Segundo Einstein, a luz transmitindo energia, e esta sendo equivalente a uma certa massa, é afetada e desviada por um campo de gravitação que a atrai — como é o caso da luz emitida por uma estrela e que antes de chegar a nós passa tangenciando o Sol.

A relatividade geral é fundamental para a cosmologia — que estuda a origem, a evolução e a estrutura do Universo. Nesses processos cosmológicos são fundamentais as partículas elementares e suas interações mútuas. Ao longo dos anos, a partir do século XVIII, aprendeu-se que os átomos, de que é constituída a matéria, são formados por elétrons (as partículas da corrente elétrica) e por núcleos. Os núcleos atômicos são constituídos por prótons e nêutrons (aproximadamente 1.830 vezes mais pesados do que o elétron). Descobriu-se também, nos últimos anos, que prótons e nêutrons não são irreduzíveis, são formados de partículas, chamadas quarks, e pensamos que existem seis espécies de quarks designadas pelas letras u, d, c, s, t e b, e que cada espécie pode existir em três estados diferentes que se designam como estados de três “cores” diferentes.

Além disso, o elétron descoberto há cerca de um século (1897) é apenas uma partícula de uma família de seis partículas que são as seguintes:

- *neutrino eletrônico*, ν_e
- *elétron*, e

- *neutrino muônico*, ν_μ
- *múon* (cerca de 200 vezes mais pesado do que o elétron)
- *neutrino tauônico*, ν_τ
- *tau*, τ (cerca de 2.000 vezes mais pesado do que o elétron)

Estas últimas partículas constituem a família dos léptons e têm interação gravitacional, a interação chamada fraca e a interação eletromagnética.

Já os quarks podem existir em três estados com um certo número quântico, chamado “cor”, diferente em cada estado. Eles exercem as interações acima e mais uma interação forte devida à existência desse número quântico.

As interações fortes são transmitidas por partículas sem massa chamadas glúons. As interações eletromagnéticas são transmitidas por fótons que são os *quanta* de luz. As interações fracas são transmitidas por *quanta* chamados bósons vetoriais W^+ , W^- , Z_0 . As interações gravitacionais seriam transmitidas por grávitons. No Brasil, contribuiu para a descoberta do pñon, que é uma estrutura particular de quarks, o físico Cesar Lattes (1948), enquanto que o bóson Z_0 foi predito pelo autor desta conferência, em 1958. Os quarks e os glúons são confinados e não podem ser vistos nas condições atuais.

Nas estrelas, predomina entre suas partes uma forte atração gravitacional que as faz entrar em contração. O aquecimento daí resultante (~100 milhões de graus) leva a reações nucleares que transformam hidrogênio em hélio e ocasionam uma pressão que contrabalança a contração gravitacional e que fazem com que as estrelas brilhem como estrelas. Quando se esgota o combustível nuclear, as estrelas

se contraem por efeito da gravitação e, dependendo da massa, elas explodem e expõem partes delas (as *supernovas*) ou continuam em contração dando lugar a estruturas compactas ou estrelas de nêutrons. Quando a repulsão devida ao princípio de Pauli para os elétrons e para os nêutrons é vencida pela força de atração gravitacional, há o colapso da estrela dando lugar a uma estrutura de campo gravitacional intenso do qual nem mesmo a luz pode sair – é o chamado *buraco negro*.

O estudo dessas partículas e dessas interações desenvolveu-se a partir de 1925, com a descoberta da mecânica quântica. Ao mesmo tempo que Einstein construía a teoria da relatividade e a teoria relativista da gravitação, ele dava importantes contribuições à física das partículas. Introduzia o *quantum* de luz ou fóton dizendo que certos efeitos como o fotoelétrico (transformação da luz em corrente elétrica) e o efeito Compton (espalhamento de raios-X por elétrons) só podem ser explicados considerando a luz como uma propagação de corpúsculos ou *quanta* e não como uma propagação de ondas. Mas como as ondas são necessárias para explicar a difração, as interferências, surgiu aí a noção de um comportamento dual da luz, ora corpúsculo – o fóton – ora onda. Em 1923, Louis de Broglie teve a idéia de generalizar essa dualidade. Como a matéria é constituída de corpúsculos, elétrons, átomos, etc., não seriam estes também dualmente formados de ondas de um novo tipo, as ondas de De Broglie? Este trabalho inspirou Erwin Schrödinger a buscar a equação que deve determinar as ondas de De Broglie, e daí surgiu uma nova física, a mecânica ondulatória. Werner Heisenberg, Max Born e Pascual Jordan, por outro lado, criticaram a introdução de noções clássicas como trajetória do elétron nos átomos, pois para ser observada uma tal trajetória deve-se empregar meios experimentais, como observação por radia-

ção, que destroem o sistema. Foram assim levados a definir as grandezas físicas como matrizes e o valor dessas grandezas seria dado pelos valores próprios desses operadores. Construiu-se assim a mecânica das matrizes. E, em seguida, com os trabalhos de Paul Dirac e Wolfgang Pauli, entre outros, demonstrou-se a equivalência da mecânica ondulatória com a mecânica das matrizes, aspectos diferentes da mecânica quântica, uma vez que o substrato da nova teoria é a estrutura descontínua da energia, os *quanta* de energia, a emissão ou absorção dos quais dá lugar à troca de energia na interação matéria-radiação.

O desenvolvimento da mecânica quântica marcou uma nova revolução na física. Enquanto que a teoria da relatividade de Einstein constituía o acabamento, o aperfeiçoamento do edifício da física clássica fundamental – mecânica, eletrodinâmica, teoria da gravitação – que não põe em dúvida o processo clássico de observação (que não perturba o sistema observado), a mecânica quântica admite novos postulados, entre eles o de que um estado físico é definido por uma amplitude de probabilidade, isto é, por uma função, cuja evolução no tempo é determinada pela equação de Schrödinger e cujo quadrado absoluto de sua projeção sobre outro estado dá a probabilidade para que este último seja encontrado numa observação. Assim, o elétron não é uma partícula clássica nem uma onda clássica, mas sim um objeto quântico com energia concentrada num ponto. Porém, seu caráter ondulatório resulta de que só podemos conhecer a probabilidade para encontrá-lo num certo lugar, e esta resulta da natureza ondulatória da amplitude de probabilidade.

Assim, a interferência da luz, como a interferência de elétrons, resulta de que um fóton (ou um elétron) pode ter dois estados de passagem por dois orifícios abertos num

anteparo, e a soma dos dois estados correspondentes é que descreve esta situação. Ao elevarmos a soma dos dois estados ao quadrado absoluto, há um termo de interferência (o termo em ab no quadrado $(a + b)^2 = a^2 + b^2 + 2ab$) que descreve a interferência da luz ou de um feixe de elétrons.

Eis-nos pois, cerca de 2.400 anos depois dos filósofos gregos que fundaram a arte de raciocinar logicamente e de discutir especulações, eis-nos de posse da ciência moderna que nos ensina de que são feitas as coisas, de onde nasceu o Universo, como ele evolui no tempo.

A ciência contemporânea gera e alimenta todos os tipos de tecnologia responsáveis por transformações sociais, econômicas e políticas em nosso mundo: desde a tecnologia de produção de alimentos e da cura das doenças até aquelas envolvidas na produção de armas, as mais terríveis e destruidoras – estas últimas constituindo graves problemas da política internacional.

Mas a ciência é fundamental para a educação dos jovens em toda parte, exatamente por essas características: sua beleza intrínseca, a precisão das leis científicas que regem o universo e o desafio que apresenta o controle político das tecnologias.

Em última análise, desde a obra do grande Isaac Newton, a ciência nos dá os elementos para uma descrição racional e uma compreensão quantitativa do Universo. Ao buscar as raízes profundas das noções de espaço, de tempo e de matéria, ela nos revela um quadro de extraordinária beleza, comparável às cantatas de Johann Sebastian Bach, à obra literária dos grandes escritores e dramaturgos, às realizações plásticas dos grandes pintores e aos encantos das catedrais góticas.

A CIÊNCIA E A REFORMA DO ESTADO*

Critica-se atualmente a universidade brasileira por falta de entrosamento com os meios de produção. Esquece-se facilmente que nos Estados Unidos da América foi fundamental, no fim do século passado, a intervenção de Abraham Flexner, que denunciou a mediocridade do sistema de ensino naquele país. Seu livro *The american college* teve impacto nacional pois denunciava a incapacidade de desenvolvimento nas escolas da iniciativa individual do estudante e de assim formá-lo sem o acúmulo de conhecimentos mal dados e mal compreendidos. O efeito da ação de Flexner se fez sentir rapidamente. Em 1901, Andrew Carnegie, ao mesmo tempo que construía seu império do aço, disse que “juntar riquezas é uma das piores formas de idolatria”, e decidiu consagrar-se às boas obras, sobretudo em ciência e cultura, que pudessem fazer brilhar seu nome. Nesse mesmo ano de 1901, em novembro, Carnegie escreveu ao Presidente Theodore

* Publicado em *Ciência e Sociedade*, Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, set., 1997.

Roosevelt, propondo que este criasse um organismo moldado na Smithsonian Institution, destinado a dar maiores possibilidades de pesquisa aos jovens competentes e acesso dos cidadãos aos equipamentos científicos do governo: se o governo federal escolhesse o terreno, escreveu Carnegie, ele pagaria os edifícios e o equipamento necessário com uma doação de 10 milhões de dólares (da época). Enquanto James Smithson havia feito a doação em ouro, Carnegie ofereceu ações da U. S. Steel Corporation. "A Carnegie Institution de Washington, fundada em 1902, foi um monumento espetacular dedicado à benemerência de Andrew Carnegie", diz Daniel J. Kevles, em seu livro sobre os físicos nos Estados Unidos.

Durante a guerra (1914-1918), o físico Robert Millikan e seus colegas mantinham as relações do National Research Council com os militares. Não tendo havido grande êxito nessas relações, afirmou o Sr. Edwin B. Rosa que a lição durável da guerra era que "jamais ninguém contestaria o interesse econômico da pesquisa científica". Elihu Root, antigo Secretário da Guerra, afirmou então que "as recompensas da dominação industrial e comercial irão para a nação que souber organizar mais eficazmente suas forças científicas". Apareceram assim homens da indústria, tais como John D. Rockefeller, George Eastman, Andrew W. Mellon, Pierre S. du Pont, Vanderbilt, Stanford, que estabeleceram uma verdadeira corrida para desenvolver ao máximo a educação básica, as universidades, a ciência e as artes.

No Brasil, tem-se prazer em criticar a universidade por não oferecer resultados práticos, mas não se sabe quais industriais brasileiros jamais demonstraram interesse nas nossas universidades. E a razão é que simplesmente nunca foram movidos pelo espírito acima descrito dos industriais americanos. Ao contrário, sendo em geral sócios de compa-

nhias multinacionais, sempre se contentaram em comprar ou alugar técnicas e produtos descobertos e feitos nos laboratórios da matriz. E o poder público, no Brasil, raramente teve a sabedoria de tomar as iniciativas corretas para universalizar e melhorar a educação básica, para apoiar as universidades e os institutos de pesquisa.

Lembro-me dos esforços que junto com Carlos Chagas e Joaquim da Costa Ribeiro desenvolvi para estabelecer o regime de tempo integral (dedicação exclusiva) para os professores universitários dedicados à pesquisa no Rio de Janeiro, na Universidade do Brasil na década de 1950. Havia, nesta época, um organismo governamental chamado Departamento Administrativo do Serviço Público que proibia esse regime – adotado, entretanto, na Universidade de São Paulo, desde sua criação em 1934, e que foi a razão de sua supremacia. Foi o representante da Fundação Rockefeller, o Sr. Harry M. Miller, quem nos propôs um contrato com a Universidade, pelo qual a Rockefeller contribuiria para o estabelecimento do regime de tempo integral na Universidade do Brasil. Este contrato não teve êxito e sei bem da falta de visão, na era atômica em que estávamos entrando, do problema universitário por parte das mais altas autoridades universitárias na época.

Ora, que vemos hoje em dia, em plena era da chamada globalização?

Em primeiro lugar, o famoso DASP teve um herdeiro que hoje se chama Ministério da Administração e da Reforma do Estado (MARE) e que parece ter funções restritivas análogas às do DASP.

No regime e no mundo em que vivemos, afirma-se que ao Estado não cabe mais fabricar aço, buscar petróleo, cuidar das florestas e da imensa riqueza da região amazônica.

Caberia ao Estado – uma vez a iniciativa privada dona dos produtos e técnicas mencionadas – cuidar da segurança, da saúde, da educação.

Mas precisamente no setor da educação o que nós vemos? Resoluções do Conselho Nacional de Educação continuam opacas ao público. Como antes, não se convocam os cientistas para colaborar no aperfeiçoamento do ensino básico – matéria acessível apenas aos técnicos do Ministério da Educação (e do Desporto) – e as universidades públicas continuam sob a ameaça de provisões orçamentárias restritivas.

Eminentes figuras públicas fazem o elogio das universidades privadas – e é duvidoso que o dinheiro das matrículas dos estudantes baste para o pagamento régio de reitores e professores e para o financiamento das pesquisas científicas sem as quais não merecem o nome de universidade.

Quanto às agências que, desde sua criação, na década de 1950, financiam a pesquisa científica pura e aplicada no Brasil, e destaco o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, o CNPq, estão em andamento planos e projetos emanados do MARE para transformá-las em organizações cuja finalidade não é explicitada, contidas em obscuros protocolos de intenção.

E os institutos de pesquisa do CNPq, e talvez os demais institutos de ciência federais, são objeto de elucubrações formuladas por técnicos do MARE – dos quais provavelmente só alguns poucos – ou talvez nenhum – saibam como funciona um laboratório de pesquisa científica ou o que é um trabalho de ciência experimental e teórica.

Corremos, pois, o risco de sermos sacrificados no altar da “Reforma do Estado”. Esperamos que Deus finalmente segure a mão de Abraão como o fez quando estava este prestes a sacrificar, em seu louvor, seu filho Isaac.

APERFEIÇOAR O ENSINO BÁSICO É TAREFA DE CIENTISTAS*

Estamos às vésperas do cinquentenário da fundação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência e seria talvez oportuno um exame crítico do desenvolvimento da ciência ao longo desses anos e dos nossos esforços para implementá-lo. Para os nossos jovens, que recebem bolsas de iniciação científica, de graduação, de pós-graduação e de pós-doutoramento – política louvável do CNPq e da CAPES –, a questão primordial é o emprego após esse período de formação. As universidades expandiram-se e absorvem muitos dos que retornam do exterior. Já as indústrias nacionais raramente absorvem cientistas e é lamentável que as empresas multinacionais que têm laboratórios de pesquisas nas suas matrizes não instalem um desses laboratórios em nosso país. Esta questão já foi objeto de discussão nas reuniões da SBPC.

* Escrito para o jornal *O Tempo*, Caderno Engenho e Arte, Belo Horizonte, jul., 1997.

No plano nacional, o período 1945-1960 foi dominado pela ideologia do desenvolvimento que programava a implantação de usinas-chaves-na-mão, a utilização de tecnologia comprada no exterior (sempre), o aluguel de patentes capazes de dar lucros imediatos aos empresários nacionais, em geral sócios menores de empresas multinacionais e que jamais se preocuparam em investir em pesquisa, nem com o baixo nível educacional da população. Sendo as multinacionais proprietárias do conhecimento técnico-científico gerado em seus laboratórios ou nas universidades que patrocinam, surgiu nos meios dos políticos e economistas nacionais a idéia da transferência de tecnologia, que se transformou em transferência de usinas ou de caixas-pretas inacessíveis aos engenheiros nacionais. A verdadeira transferência é a do saber, do conhecimento, como aconteceu na década de 1930, da Europa para os Estados Unidos, que abrigaram os inúmeros cientistas banidos da Alemanha nazista e da Itália fascista. E, em menor escala, aconteceu quando da fundação da Universidade de São Paulo, em 1934. Parece-me que os economistas, assoberbados com as políticas de crescimento ou de contenção da inflação, jamais explicitaram a idéia da educação básica plena como ingrediente fundamental para o desenvolvimento.

E os cientistas, os professores universitários, habituados a lutar por suas reivindicações específicas – mais verbas, mais equipamentos, melhores salários – esqueceram-se dos milhões de brasileiros sem acesso à educação básica e à cesta básica. Certamente, aos pesquisadores compete pesquisar. Mas estou convencido de que, na situação de *guerra contra a falta de educação*, os cientistas devem debruçar-se, por algumas horas no mês, sobre o problema e contribuir com aulas e conferências nos estabelecimentos de educação básica para o aperfeiçoamento do ensino nesse nível.

Aos nossos cientistas compete igualmente a responsabilidade de escreverem livros de texto – pois só os pesquisadores podem transmitir o conhecimento com a sabedoria da investigação científica –, afinal os bons livros alcançarão a mocidade no País inteiro.

Ao CNPq, à CAPES, compete conceder estímulos para que o pesquisador possa escrever ao menos um livro de texto e que não seja prejudicado em seus pedidos de auxílio para a pesquisa, ao gastar algum tempo na feitura do livro. Negar isso é arrogância, é falsa defesa da pesquisa.

Deve-se, portanto, convocar os cientistas para que colaborem no aperfeiçoamento do ensino básico, pois não bastam as autoridades nem os técnicos tradicionais dos órgãos oficiais de educação.

Computadores, televisores e educação à distância não dispensam a presença do homem ou da mulher, dos professores de ensino básico, devidamente treinados, reciclados e remunerados.

Um país que não ampara os professores da educação básica é um país sem um futuro digno: as crianças de hoje serão educadas por esses professores e serão os cidadãos de amanhã. Da educação básica depende o comportamento dos cidadãos, a sociedade-base da nossa pátria.

A CIÊNCIA E A INTOLERÂNCIA*

Encontramos intolerância nos indivíduos, nos grupos sociais, nas sociedades e nos governos.

Um exemplo clássico de intolerância ao longo da história foi a condenação de Galileu Galilei pelo Santo Ofício da Igreja Católica, nos anos de 1600, por suas atividades científicas pioneiras. Com Isaac Newton, seu sucessor, lançou as bases da física moderna; com suas descobertas, sobretudo as observações pelo telescópio, vislumbrou a existência de movimentos de satélites em torno do planeta Júpiter e acabou contrariando a física de Aristóteles, incorporada pela Igreja à teologia de São Tomás de Aquino – um dogma que deveria ser inatacável, absoluto. Negar o movimento dos corpos celestes em torno da Terra era cometer blasfêmia contra os livros sagrados da Igreja, tendo como consequência a morte

na fogueira, executada pela Inquisição. Mas além da ação das autoridades religiosas, historiadores acusam colegas aristotélicos de Galileu na universidade como promotores importantes da condenação do físico.

É um exemplo histórico de intolerância que envolve professores universitários em relação a um colega. Provavelmente, essa intolerância levou Giordano Bruno a ser efetivamente queimado. Ele negava o modelo do cosmos fechado de Aristóteles e afirmava que o espaço era aberto e infinito, um espaço euclídeano; onde ficaria então Deus, que estava fora da última esfera – a das estrelas fixas – de Aristóteles?

Da Igreja a intolerância passou a governos e a sistemas políticos. Um exemplo recente é o dos nazistas em relação aos judeus, o qual gerou uma intolerância tão exacerbada que necessitou de uma guerra mundial para erradicá-la.

Na América Latina houve recentemente a intolerância das ditaduras militares, dos chamados regimes autoritários – Brasil, Argentina e Chile são os exemplos mais evidentes – contra os que pregavam a liberdade de pensamento e de expressão, contra os socialistas, contra cientistas e intelectuais independentes. Para essa intolerância contribuíram igualmente professores e reitores de universidades que apontavam colegas como subversivos – daí a denominação *dedos-duros* dada aos delatores.

Outro exemplo de intolerância que não se deve esquecer foi o do macartismo nos Estados Unidos, na década de 1950, que conduziu à condenação, entre outros, do físico Robert Oppenheimer, que o afastou das atividades que exercia como conselheiro do governo dos Estados Unidos em questões de energia e de ciência nuclear. Até Albert Einstein teve de comparecer perante a Comissão Parlamentar de Atividades

* Conferência pronunciada no Seminário Internacional sobre Ciência, Cientistas e Tolerância; Universidade de São Paulo, novembro de 1997.

Antiamericanas, que alimentava grave intolerância contra os espíritos livres e criadores.

Devemos também certamente repudiar o stalinismo que dominou a União Soviética e cujas múltiplas intolerâncias sacrificaram tantas vidas e perseguiram homens do calibre de Dimitri Schostakovitch e Andrei Sakharov, entre tantos outros. A intolerância deve, pois, ser combatida. Para isso, mais importante ainda do que o exercício da ciência, no nível mais fundamental, é a educação dos povos.

Nos países subdesenvolvidos, ou menos avançados, cujo nível de vida se afasta cada vez mais daquele das nações ricas, para baixo, é a educação básica e a universalização da educação básica que conduzirão as pessoas a ter uma visão racional do mundo e da sociedade em que vivemos. A educação básica generalizada, embora não resolva todos os problemas que surgem nas sociedades, é que contribuirá para a maior saúde intelectual dos homens. Claro, essa educação básica na Alemanha não impediu a subida do nazismo, apoiado por praticamente toda a população daquele país. É que além dela existem as questões econômicas, políticas e históricas que contribuem para o surgimento de problemas graves de intolerância. Israel e Palestina têm intolerância mútua histórica. E esquecemo-nos, os do mundo ocidental, das grandes contribuições que deram os árabes à cultura ocidental, realizações de extraordinária riqueza. Afinal, foram eles que transmitiram à Europa escritos dos filósofos da Grécia Antiga.

O sistema político que se instalou na República de Cuba, desde 1957, estabeleceu um governo que tomou iniciativas que desagradaram profundamente àqueles que dominavam o regime anterior – de subjugação dos muitos pobres pelos poucos ricos, que transformavam o país num

paraíso para os grandes proprietários de usinas, de terras, de cassinos e de prostíbulos. O regime político ali instalado é o único na América Latina que universalizou a educação para o povo, a saúde, a alimentação básica da população. Fez progredirem de maneira extraordinária trabalhos de pesquisa científica, como os de medicina e genética – e é em Cuba que são tratadas as vítimas da explosão nuclear de Chernobyl.

É profundamente lamentável a intolerância do governo dos Estados Unidos para com este país. Esquece-se facilmente que revoluções dignas deste nome tiveram que tomar medidas duras – lembremo-nos da guilhotina na mais importante das revoluções, a Revolução Francesa de 1789, a qual trouxe modificações que repercutiram, através dos séculos, no mundo moderno. A intolerância do governo dos Estados Unidos em relação a Cuba, por ter aí instalado o sistema socialista, não se estende, entretanto, a outras nações com sistema análogo, tal o caso da República Popular da China.

É uma covardia intolerável que a comunidade mundial de governos permita esta agressão que fazem os Estados Unidos impondo um bloqueio econômico de Cuba – deseja-se ali, talvez, uma democracia como a que existe no Brasil, de impedimento de educação básica de milhões de crianças, de um sistema público de hospitais incapazes de dar assistência à maioria da população, de crianças abandonadas nas ruas, fora das escolas ou obrigadas a trabalhar. Dirige-se a este desrespeito dos direitos humanos um olho cego, um olho de vidro. Situação esta no meu país que não é preocupação para os poderosos industriais do Brasil, que adotaram a moda de criticar as universidades públicas, mas que nunca delas tomaram conhecimento para solicitar trabalhos e inovações e muito menos ampará-las financeiramente, como o fizeram os industriais nos Estados Unidos, os Andrew Carnegie, os

George Eastman, John D. Rockefeller, Andrew Mellon, Pierre Du Pont, Vanderbilt, Stanford.

Inclino-me, perante a memória de homens como Bertrand Russel, Jean-Paul Sartre e Albert Einstein, e presto modesta homenagem a Noam Chomsky – a voz da liberdade e da justiça social nos Estados Unidos da América.

Submeto a esta Assembléia reunida para fundar a *Rede das Américas para a Tolerância e a Sociedade* –, que não deve ser encarada como uma ação entre amigos, mas antes como uma organização dotada de lucidez e coragem – a seguinte moção:

Os cientistas reunidos no Seminário Internacional sobre Ciência, Cientistas e Tolerância, na Universidade de São Paulo, nos dias 18 a 21 de novembro de 1997, condenam com veemência a intolerância do governo dos Estados Unidos da América para com a República de Cuba e exigem a imediata suspensão do injustificado bloqueio econômico desta República, que afeta perigosamente a vida das crianças, das mulheres e dos homens, assim como de todo o povo desse país irmão.

UNIVERSIDADE E CIÊNCIA: AS AMEAÇAS DO GOVERNO FEDERAL*

O Governo Federal, há anos, tem anunciado que não lhe compete fabricar aço, cuidar das florestas tropicais e da nossa rica biodiversidade, explorar minas de materiais estratégicos raros como o nióbio, e outros serviços relativos às nossas riquezas e ao nosso patrimônio. Deve dedicar-se antes a atividades como a educação e a saúde.

Entretanto, o corte de dotações para as universidades federais, a diminuição do número de bolsas de formação e de aperfeiçoamento no setor científico, o terrorismo propagado pelas autoridades federais, propondo uma redução de 30% nos vencimentos dos professores e pesquisadores ao se aposentarem, segundo o projeto em estudo no Congresso, constituem ameaças ao florescimento das universidades públicas, ao futuro da ciência no Brasil e até à sua sobrevivência. Para se livrarem do fator de redução em suas pensões, centenas, senão milhares, de professores universitários e de cientistas

* Publicado em *Ciência e Sociedade*. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, abr., 1998.

nas instituições públicas pedem antecipadamente sua aposentadoria, empobrecendo gravemente e até anulando programas de pesquisa e cursos de excelência construídos e oferecidos há anos nessas instituições. Sou testemunha, no setor da física, dos avanços realizados em diversas regiões do País por esses homens de ciência e sei dos trabalhos magníficos com que pesquisadores em outras áreas, da matemática à biofísica e à biotecnologia, têm contribuído ao avanço da ciência universal no Brasil.

E no entanto, o governo que cuida dos nossos destinos é constituído por homens tais que um marciano, em visita à Terra, diria serem excepcionais para favorecer a universidade e a investigação científica. Pois encontraria ele em seus castelos de marfim em Brasília um governo chefiado por um Presidente da República que teve a sua formação universitária custeada pelos cofres públicos e que é ex-professor de universidade pública, auxiliado por um Ministro da Educação, ex-reitor e ex-professor em uma tal universidade e por um Ministro da Ciência e Tecnologia que está nas mesmas condições. E quem é o Ministro da Cultura senão um ex-professor e colega do Presidente em universidade pública e que foi militante de um partido político que prega um Estado que proteja a ciência, a universidade, a cultura e a educação?

Engana-se a opinião pública com iniciativas ambíguas e destinadas a dividir o corpo dos professores ao prometer bolsas a uns e negá-las a outros. Pois é difícil de acreditar que professores universitários experientes e pesquisadores de alto gabarito se recusem a oferecer cursos de graduação. Pois, se estão sempre absorvidos por seus problemas de pesquisa — como devem estar —, sabem muito bem que ensino e pesquisa são inseparáveis em uma boa universidade e seu trabalho é,

em geral, acompanhado de aulas, seja de pós-graduação, seja de graduação.

A acusação de abandono dos cursos de graduação pelos professores é talvez mais um pretexto do Governo Federal para desmoralizar a universidade pública, pois, segundo o Ministro da Educação, em entrevista ao jornal *O Globo* de 5 de abril de 1998, “o atual modelo de universidade está falido”. E quais são as universidades privadas que — além da oferta de altos salários aos seus reitores — baseiam as suas atividades em trabalhos de criação de conhecimento novo? Pois é isto que os economistas em exercício no Ministério da Educação e provavelmente nos demais órgãos do Governo menosprezam: o trabalho permanente de investigação científica, de descoberta de novas idéias, de novas substâncias, de novos mecanismos e de novas técnicas que fizeram crescer a ciência no Brasil, desde os tempos de Oswaldo Cruz e Carlos Chagas, de Álvaro e Miguel Osório de Almeida, de Manuel Amoroso Costa e de Maurício Rocha e Silva. E que fez se firmar hoje no cenário internacional a ciência brasileira com a descoberta de teoremas matemáticos sobre sistemas dinâmicos, com a descoberta do méson π e com contribuições à descoberta do quark top e, com os trabalhos pioneiros sobre a unificação das forças físicas, com a descoberta da bradicinina de antibióticos, com o desenvolvimento de tecnologias de ponta para a pesquisa de petróleo em águas profundas, etc.

Fundada tardiamente no Brasil, a universidade pública, em 1934, com a Universidade de São Paulo e, em 1935, com a Universidade do Distrito Federal — transformada em 1939 na Faculdade Nacional de Filosofia —, espalhada no País e abrigando notáveis homens de ciência e de cultura, quem diria, sob o atual Governo Federal, corre o risco de

regressar ao fim do século passado, quando os positivistas eram contrários à criação da universidade em nosso país pois era, segundo eles, um atentado à liberdade espiritual.

Enquanto isto se passava aqui no Brasil, nos Estados Unidos, potência maior no mundo contemporâneo e modelo sagrado dos nossos estadistas, o Presidente Bill Clinton pronunciava discurso sobre o estado da Nação, no mês de janeiro de 1998, prometendo aumentar os orçamentos dos Institutos Nacionais de Saúde (National Institutes of Health) para 8,4%, e para 10% os da Fundação Nacional da Ciência (National Science Foundation), os maiores aumentos de recursos em sua história. A pesquisa fundamental nos Estados Unidos voltou a ter, pois, apoio espetacular de financiamento federal. Em contraste, no Brasil, ao invés de ajudar a ciência básica e amparar a universidade pública, empenha-se o Governo Federal em pregar a suposta falência dessas atividades básicas. Como afirmou, em editorial do dia 5 de abril de 1998, o jornal *Folha de S. Paulo*:

As escolas privadas, além de serem na maior parte dos casos pouco mais do que fábricas de diplomas, não vão substituir o Estado numa atividade como a pesquisa, que raramente é rentável e cuja finalidade não pode ser o lucro. É ilusório pensar que o País se modernizará sem um sistema de pesquisa.

Este livro foi composto em AGaramond.
O miolo foi impresso em papel off-set 90 g/m²
e a capa, em cartão supremo 250 g/m², pela
Gráfica Serrana, para a Editora UFRJ, em novembro de 1998.

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Outra face deste "educador teimoso" espelha-se na publicação de mais de vinte livros – técnicos, didáticos e de divulgação científica – e de um sem-número de artigos em jornais sobre política científica e as relações entre ciência e sociedade.

A publicação de *Ciência e liberdade*: escritos sobre a ciência e a educação no Brasil, por ocasião da comemoração de seus oitenta anos, é mais do que uma justa homenagem a Leite Lopes. Trata-se aqui de divulgar uma coletânea de artigos, publicados em diferentes épocas, de grande valor histórico e atual, nesse momento em que a discussão sobre a universidade e o papel da ciência tomam rumos obscuros. A leitura destes escritos comprovará o quanto é raro encontrar hoje pesquisadores com o perfil de José Leite Lopes.

Amós Troper
Diretor do CBPF

